

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas (FAFICH)

Programa de Pós-graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento

Raone Mateus Rodrigues

**UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE OS ASPECTOS EMOCIONAIS DE ACORDES  
MUSICAIS EM UMA PERSPECTIVA ANALÍTICO-COMPORTAMENTAL**

Belo Horizonte

2023

Raone Mateus Rodrigues

**UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE OS ASPECTOS EMOCIONAIS DE ACORDES  
MUSICAIS EM UMA PERSPECTIVA ANALÍTICO-COMPORTAMENTAL**

**Versão final**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Psicologia.

Área de concentração: Cognição e Comportamento

Linha: Neuropsicologia do Desenvolvimento

Orientador: Prof. Dr. Edson Massayuki Huziwara

Belo Horizonte

2023

153.4 Rodrigues, Raone Mateus.  
R696i Uma investigação sobre os aspectos emocionais de  
2023 acordes musicais em uma perspectiva analítico-  
comportamental [manuscrito] / Raone Mateus Rodrigues. -  
2023.  
98 f.  
Orientador: Edson Massayuki Huziwara.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas  
Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas.  
Inclui bibliografia.

1. Psicologia – Teses. 2. Música - Teses. 3. Emoções -  
Teses. I. Huziwara, Edson Massayuki. II. Universidade  
Federal de Minas Gerais. Faculdade de Filosofia e Ciências  
Humanas. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA: COGNIÇÃO E COMPORTAMENTO

### ATA DA DEFESA DE TESE DO ALUNO RAONE MATEUS RODRIGUES

Realizou-se, no dia 04 de julho de 2023, às 08:00 horas, videoconferência, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE OS ASPECTOS EMOCIONAIS DE ACORDES MUSICAIS SOB UMA PERSPECTIVA ANALÍTICO-COMPORTAMENTAL*, apresentada por RAONE MATEUS RODRIGUES, número de registro 2019665187, graduado no curso de PSICOLOGIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em PSICOLOGIA: COGNIÇÃO E COMPORTAMENTO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Edson Massayuki Huziwara - Orientador (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Renato Bortoloti (UFMG), Prof(a). Marília Nunes Silva (UEMG), Prof(a). André Augusto Borges Varella (iABA), Prof(a). Viviane Verdu Rico (Universidade Federal de Minas Gerais).

A Comissão considerou a tese:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 04 de julho de 2023.

Prof(a). Edson Massayuki Huziwara ( Doutor )

Prof(a). Renato Bortoloti ( Doutor )

Prof(a). Marília Nunes Silva ( Doutora )

Prof(a). André Augusto Borges Varella ( Doutor )

Prof(a). Viviane Verdu Rico ( Doutora )



Documento assinado eletronicamente por **Edson Massayuki Huziwara, Professor do Magistério Superior**, em 04/07/2023, às 16:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **André Augusto Borges Varella, Usuário Externo**, em 04/07/2023, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marília Nunes Silva, Usuário Externo**, em 04/07/2023, às 20:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Viviane Verdu Rico, Professora do Magistério Superior**, em 05/07/2023, às 08:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Renato Bortoloti, Professor do Magistério Superior**, em 05/07/2023, às 09:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---

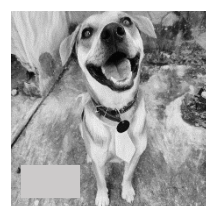


A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2405798** e o código CRC **1D5D24E2**.

---

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que a fonte seja citada.

Dedico esse trabalho ao Chico Minero, o cachorro que me ensinou importantes lições sobre a vida e a morte.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família por sempre ter lutado por mim e pelos meus estudos. Pai (Antonio), mãe (Meire) e irmã (Thiara), vocês são fundamentais na minha vida.

Agradeço a minha nova família – minha esposa (Gabriela) e meus filhos “bichológicos”: Tião, Aurora, Luz e Chico Mineiro (in memoriam). Obrigado por existirem e fazerem da vida uma surpreendente jornada.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Psicologia da UFMG por toda atenção e disponibilidade ao longo dos últimos 11 anos. Em especial, agradeço ao meu orientador professor Edson Massayuki Huziwara pelo carinho e cuidado. Seus ensinamentos mudaram minha vida e minha forma de enxergar o mundo. Tenho muito orgulho de ter sido seu aluno!

Agradeço aos colegas de supervisão pelos comentários e pela sensibilidade em avaliar meus trabalhos. Em especial, agradeço ao Átila e aos ICs Ana Luísa Valadares e João Vitor Bassalo. Vocês foram fundamentais!

Agradeço à FAPEMIG pela concessão de bolsa de doutorado e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino (INCT | ECCE) por financiarem meu trabalho e por contribuírem para o desenvolvimento da pesquisa nacional. Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento da UFMG por todo apoio ao longo dos últimos quatro anos.

Agradeço aos meus amigos Daniel Alcântara, Mauri Fernandes e Pedro Parraga por estarem sempre presentes e por entenderem meus constantes desaparecimentos.

Agradeço ao meu psicólogo Vítor Soares por ter mudado minha vida e por toda sensibilidade ao longo dos anos de terapia.



*“Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.”*

Fernando Teixeira de Andrade

Rodrigues, R. M. (2023). *Uma investigação sobre os aspectos emocionais de acordes musicais em uma perspectiva analítico-comportamental*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

A presente tese teve como principal objetivo estudar a relação entre acordes musicais e as respectivas emoções evocadas por eles utilizando-se a base teórica da Análise Experimental do Comportamento. Para tal, a tese foi composta de três artigos. O primeiro artigo foi uma revisão de escopo feita com artigos revisados por pares publicados entre os anos de 2005 e 2023. As palavras-chave utilizadas foram os verbetes *Chords AND Emotions*. Ao todo, 11 artigos foram selecionados. Os resultados obtidos indicaram que todos os artigos utilizaram medidas de autorrelato em seus procedimentos e que a habilidade de relacionar acordes a suas respectivas emoções estava presente na maioria das populações investigadas. O segundo artigo foi um experimento no qual os aspectos emocionais dos acordes foram utilizados como base em um procedimento de *fading-out* para o ensino da relação entre acordes e seus respectivos rótulos. Em outras palavras, nesse artigo foi utilizada a relação condicional entre acordes maiores-faces felizes e acordes menores-faces tristes para o ensino da relação acordes maiores-palavra MAIOR e acordes menores-palavra MENOR. Os resultados obtidos indicaram que 10 participantes conseguiram aprender essa nova habilidade. Além disso, houve generalização para estímulos similares (acordes maiores e menores novos) e para trechos e progressões maiores e menores (habilidade não treinada). Por fim, o terceiro artigo foi um artigo experimental no qual foi investigada a transferência de função entre acordes musicais e figuras abstratas em um procedimento de equivalência de estímulos com participantes universitários. Ao todo, participaram do procedimento 37 participantes,

sendo 30 participantes atribuídos ao grupo Controle e sete ao grupo Experimental. Os resultados obtidos indicaram que todos os participantes do grupo Experimental que realizaram as etapas de treino foram capazes de formar classes de equivalência. Além disso, a transferência de função foi verificada por meio de um diferencial semântico. Os resultados indicaram que a figura abstrata relacionada aos acordes maiores foi classificada com adjetivos de valência positiva e a figura abstrata relacionada aos acordes menores foi classificada com adjetivos de valência negativa.

Palavras-chave: acordes; emoção; relações condicionais; adultos; *matching-to-sample*

Rodrigues, R. M. (2023). *An investigation regarding emotional aspects of musical chords based on a behavioral-analytical perspective*. Doctoral Thesis, Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

The main objective of this thesis was to study the relationship between musical chords and the respective emotions evoked by them using the theoretical basis of Experimental Behavior Analysis. To this end, the thesis was composed of three articles. The first article was a scoping review of peer-reviewed articles published between 2005 and 2023. The keywords used were the entries Chords AND Emotions. In all, 11 articles were selected. The results indicated that all articles used self-report measures in their procedures and that the ability to relate chords to their emotions was present in most of the investigated populations. The second article was a fading-out experiment in which the emotional aspects of chords were used to teach conditional relations between chords and their respective labels. In other words, this article used the conditional relations between major chords-happy faces and minor chords-sad faces to teach the major chords-MAJOR word and the minor chords-MINOR word relations. The results indicated that 10 participants could learn this new ability. In addition, there was generalization to similar stimuli (new major and minor chords) and major and minor excerpts and progressions (untrained skill). Finally, the third article was an experiment in which the transfer of function between musical chords and abstract figures was investigated in a stimulus equivalence procedure with undergraduate students. Thirty-seven participants participated in the procedure, with 30 assigned to the Control group and 7 to the Experimental group. The results indicated that all participants in the Experimental group who performed the training steps could form equivalence classes. Furthermore, the transfer of function was verified through a

semantic differential. The results indicated that the abstract figure related to major chords was classified with positive valence adjectives, and the abstract figure related to minor chords was classified with negative valence adjectives.

**Keywords:** chords; emotion; conditional relations; adults; matching-to-sample

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo 1

Figure 1 - Step by step of the screening protocol. Dashed lines represent points where some articles were excluded 33

### Artigo 2

Figure 1 - Percentage of correct choices in Steps 1 (Conceptual pretest) and 5 (Conceptual posttest) for participants P14 to P24. Note. C = Chord-trials, P = Progression-trials, and E = Excerpts trials 61

### Artigo 3

Figura 1 - Resultados do treino e dos testes de equivalência por participante. As barras pretas representam a primeira execução de cada uma das etapas e as barras brancas representam as respectivas repetições 81

Figura 2 - Avaliação dos estímulos A1, A2, D1 e D2 feitas pelos grupos Experimental e Controle. As linhas sólidas com quadrados pretos indicam os resultados obtidos pelos participantes do Grupo Controle (G1) e as linhas hachuradas indicam os resultados dos participantes do Grupo Experimental (G2) 83

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

Table 1 - Selected Articles and Its Main Characteristics	36
--	----

### Artigo 2

Table 1 - Percentage of Correct Choices in Conceptual and Emotional Pretests (Steps 1 and 2)	58
--	----

Table 2 - Percentage of Correct Choices in Training and Chords Labeling Test (Steps 3 and 4)	60
--	----

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
2. <b>ARTIGO 1: A SCOPING REVIEW OF THE RELATION BETWEEN MUSICAL CHORDS AND EMOTIONS</b> .....	29
2.1. Method.....	32
2.2. Results .....	34
2.3. Discussion .....	39
2.4. References .....	42
3. <b>ARTIGO 2: TEACHING CHORDS LABELING USING A FADING-OUT MATCHING-TO-SAMPLE PROCEDURE</b> .....	47
3.1. Method.....	51
3.2. Results .....	56
3.3. Discussion .....	62
3.4. References.....	67
4. <b>ARTIGO 3: TRANSFERÊNCIA DE FUNÇÃO EM CLASSES DE EQUIVALÊNCIA COM ACORDES MUSICAIS</b> .....	71
4.1. Método.....	75
4.2. Resultados .....	80
4.3. Discussão.....	83
4.4. Referências .....	87
5. <b>DISCUSSÃO GERAL</b> .....	90
6. <b>REFERÊNCIAS</b> .....	96



## Definindo conceitos musicais

*Eu sou uma lápide, uma imagem. Seikilos me colocou aqui como um sinal duradouro da lembrança imortal* – essas são palavras de uma das primeiras representações musicais que se tem registro. O Epitáfio de Seikilos e a sua respectiva notação musical foram encontrados numa pedra funerária na Turquia e datam de aproximadamente 100 A.C. (Grout & Palisca, 2001). Desde a confecção dessa peça, o sistema de notação musical ocidental sofreu importantes modificações até chegar no modelo atualmente em uso.

O sistema de notação musical ocidental é baseado majoritariamente em dois elementos – notas e intervalos musicais. As notas musicais são ondas sonoras em frequências específicas. Tradicionalmente, existem 12 notas musicais, sendo elas as notas (1) Dó, (2) Dó# / Réb, (3) Ré, (4) Ré# / Mib, (5) Mi, (6) Fá, (7) Fá# / Solb, (8) Sol, (9) Sol# / Láb, (10) Lá, (11) Lá# / Sib, (12) Si. Os símbolos # e b representam os acidentes musicais e são nomeados sustenido e bemol, respectivamente. As notas musicais também podem ser representadas pelo sistema norte-americano de notação. Nesse sistema, cada nota é representada por uma letra do alfabeto romano (letras de A à G). A correspondência entre nota e letra é: Dó- Letra C, Ré- Letra D, Mi- Letra E, Fá- Letra F, Sol- Letra G, Lá- Letra A, Si- Letra B. Assim, as doze notas da escala também poderiam ser representadas por: C, C# / Db, D, D# / Eb, E, F, F# / Gb, G, G# / Ab, A, A# / Bb, B. Um ponto importante é que as notas C# / Db, D# / Eb, F# / Gb, G# / Ab e A# / Bb são o que chamamos de enarmônia. Esse termo é utilizado quando o mesmo som possui nomes diferentes a depender do contexto musical em que está inserido. Por exemplo, as notas C# e Db possuem o mesmo som, mas têm nomes diferentes. Por fim, os intervalos musicais referem-se a distância entre as notas. A menor distância entre duas notas é chamada de semitom. A junção de dois semitons equivale a um tom inteiro. Exemplificando, a

distância entre as notas C e D é de 1 tom. A distância entre as notas E e F é de um semitom (Med, 1996).

Para além desses conceitos iniciais, a música é frequentemente dividida em duas perspectivas – a perspectiva horizontal e a perspectiva vertical. A perspectiva horizontal refere-se a sucessão de notas tocadas em sequência. Por exemplo, tocar as notas C, D, F e A uma após a outra. A sucessão de notas com frequências e durações distintas é o que chamamos de melodia. Quando uma determinada melodia segue um padrão musical pré-estabelecido de intervalo entre suas notas, a chamamos de escala. Existem inúmeras escalas, mas para o presente trabalho dois tipos são particularmente importantes – a escala maior e a escala menor. A escala maior é composta pela seguinte estrutura de intervalos: tom + tom + semitom + tom + tom + tom + semitom. Assim sendo, a escala de Dó maior é formada pelas notas C + D + E + F + G + A + B + C. A escala menor (natural) é composta pela seguinte estrutura de intervalos: tom + semitom + tom + tom + semitom + tom + tom. Assim sendo, a escala de Dó menor é formada pelas notas C + D + Eb + F + G + Ab + Bb + C (Med, 1996).

A perspectiva vertical ou harmonia, refere-se à ciência que estuda os acordes musicais e a relação entre eles. Define-se um acorde como sendo a combinação de três ou mais sons diferentes e simultâneos. Os acordes podem ser classificados como sendo maiores, menores, aumentados e diminutos. Para fins da presente tese, serão definidos apenas os acordes maiores e menores. Os acordes maiores são formados pela nota fundamental, pela nota do intervalo de terça maior (dois tons) e pela nota do intervalo de quinta justa (três tons e um semitom) em relação a nota fundamental. Por exemplo, o acorde de Dó maior é formado pelas notas C, E (nota situada dois tons acima da nota C) e G (nota situada três tons e um semitom acima da nota C). Os acordes menores são formados pela nota fundamental, pela nota do intervalo de terça menor e pela nota do

intervalo de quinta justa em relação a nota fundamental. Por exemplo, o acorde de Dó menor é formado pelas notas C, Eb (nota situada um tom e um semitom acima da nota C) e G (nota situada três tons e um semitom acima da nota C) (Med, 1996).

A junção dos aspectos verticais e horizontais da música dentro de um contexto estruturado é base do conceito de tonalidade musical. A tonalidade maior é formada pelas sete notas da escala maior e tem como repouso um acorde maior (acorde de tônica). A tonalidade menor é formada pelas sete notas da escala menor e tem como repouso um acorde menor. Por exemplo, a tonalidade de Dó maior é formada pelas notas C + D + E + F + G + A + B + C e tem como acorde de repouso o acorde de Dó maior. A tonalidade de Dó menor é formada pelas notas C + D + Eb + F + G + Ab + Bb + C e tem o acorde de Dó menor como acorde de repouso (Koellreutter, 1986; Med, 1996).

Um ponto em comum é que tanto as escalas, os acordes e as tonalidades musicais são agrupados sob a nomenclatura de maior e menor. Uma escala é considerada maior se o intervalo entre sua primeira nota (fundamental) e a sua terceira nota for de dois tons. De maneira semelhante, um acorde é considerado maior se o intervalo entre suas duas primeiras notas for de dois tons. Esse acorde será primordial dentro do contexto da tonalidade maior, uma vez que é frequentemente associado a noção de repouso. O mesmo raciocínio vale para a nomenclatura menor. Uma escala é considerada menor se o intervalo entre sua primeira nota (fundamental) e a sua terceira nota for de um tom e um semitom. De maneira semelhante, um acorde é considerado menor se o intervalo entre suas duas primeiras notas também for de um tom e de um semitom. Mais uma vez, esse acorde será primordial dentro do contexto da tonalidade menor, uma vez que é frequentemente associado a noção de repouso (Koellreutter, 1986)

Os conceitos de maior e menor são fundamentais para a avaliação emocional de elementos musicais. De maneira geral, acordes, escalas e as tonalidades maiores são

associados a emoções de valência positiva, mais especificamente, à felicidade. Os acordes, escalas e tonalidades menores são associados a emoções de valência negativa, mais especificamente, a tristeza (Cunningham & Sterling, 1988; Dalla Bella, et al., 2001; Gagnon & Peretz, 2003; Hevner, 1935; Kastner & Crowder, 1990; Pallesen et al., 2005; Terwogt & Van Grinsven, 1991 – para revisão, consultar Juslin & Laukka, 2003). Ambos os aspectos serão mais bem explorados na seção subsequente.

### **Música, emoção e análise experimental do comportamento**

A música é frequentemente definida como a linguagem das emoções (Peretz et al., 1998). Há evidências indicando que diferentes grupos culturais com diferentes idades são capazes de relacionar estímulos musicais com algum tipo de experiência emocional (e.g., McDermot et al., 2016; Dalla Bella et al., 2001). Devido a essas evidências, argumenta-se que os aspectos emocionais da música desempenharam um papel central na evolução humana, sendo responsáveis pela comunicação e pela coesão grupal dos seres humanos (Jentschke et al., 2005; Mithen, 2007; Juslin & Sloboda, 2013).

Há indícios arqueológicos de que a música estava presente em vários ancestrais dos seres humanos, com destaque especial para os neandertais (Mithen, 2007). Essa espécie desenvolveu um sistema de comunicação baseado em vocalizações musicais da onomatopeia “Hmmm”. Tais vocalizações eram essencialmente musicais (a frequência do som influenciava no significado - grave ou agudo). Com o passar dos anos, esse sistema foi se especializando e deu origem a dois subsistemas distintos, um deles responsável pela linguagem (com objetivo primordial de repassar informações) e outro responsável pela música (com objetivo de expressar emoções). Ambos os subsistemas estão presentes no *homo sapiens* e são marcos evolutivos importantes da nossa espécie.

A despeito de toda sua importância evolutiva, os aspectos emocionais da música só começaram a ser cientificamente investigados no início do séc. XX. Um dos trabalhos

pioneiros foi desenvolvido por Hevner (1935). Numa das tarefas propostas pela autora, os participantes avaliaram trechos musicais por meio de uma lista contendo 16 pares de adjetivos antônimos (e.g., feliz-triste, vigoroso-tranquilo). Assim, os participantes deveriam ouvir cada um dos trechos e selecionar os adjetivos que melhor os representassem. Os resultados obtidos indicaram que os participantes relacionavam de maneira consistente trechos em tonalidades maiores a adjetivos de valência positiva (e.g., alegria, vigor, felicidade etc.) e trechos em tonalidades menores a adjetivos de valência negativa (e.g., tristeza, melancolia etc.).

Numa perspectiva semelhante, Kastner e Crowder (1991) investigaram aspectos emocionais da música em crianças com desenvolvimento típico. Participaram do experimento 38 crianças com idades entre 3 e 12 anos. A tarefa proposta consistia em avaliar 12 trechos musicais por meio de emojis que representavam as emoções de felicidade, contentamento, tristeza e raiva. Os resultados obtidos indicaram que todas as crianças foram capazes de avaliar emocionalmente os trechos propostos. Foram consideradas corretas as seleções de emojis de felicidade e contentamento diante de trechos em tonalidades maiores e as seleções de emojis de tristeza e raiva diante de trechos em tonalidades menores. Como resultado adicional, verificou-se uma correlação modesta entre o desempenho e a idade dos participantes, indicando que as crianças mais velhas obtiveram os melhores desempenhos. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Dalla Bella et al. (2001).

A escolha pelos termos feliz e triste é recorrente na literatura que estuda a interface entre música e emoção. Num estudo de revisão com 306 artigos, Warrenburg (2020) destacou que entre os anos de 1928 e 2018 foram utilizados aproximadamente 8.000 estímulos diferentes em tarefas envolvendo o julgamento emocional de estímulos musicais. Desse total, 23% foram categorizados como sendo tristes, 19% como sendo

felizes e 10% como sendo raivosos. Esses resultados mostram que mais da metade dos estímulos utilizados foram categorizados com uma dessas emoções descritas. Esses resultados são importantes uma vez que possibilitam uma melhor comparação dos resultados obtidos entre as várias pesquisas existentes, entretanto a utilização de outros termos possibilitaria uma expansão do conhecimento, dando mais profundidade a classificação emocional de estímulos musicais. Num artigo teórico subsequente (Warrenburg, 20020b), a própria autora destaca a importância de se explorar outros termos nas pesquisas sobre música e emoção, sendo esse um campo promissor para pesquisas futuras, em especial para pesquisas envolvendo a avaliação emocional de acordes musicais.

Um instrumento que poderia ser utilizado nas pesquisas sobre a relação entre música e emoção é o diferencial semântico (Osgood et al., 1957). No Brasil, Bortoloti e de Rose (2009) popuseram um diferencial semântico composto por 13 pares de antônimos baseado no modelo de Osgood et al. (1957). Cada par de adjetivos é avaliado por meio de uma escala Likert de 7 pontos (cujos extremos são -3 e 3). O ponto -3 indica avaliações de valência extremamente negativa. O ponto +3 indica avaliações de valência extremamente positiva. O ponto 0 indica avaliações neutras. Por fim, os pontos intermediários indicam variações de avaliações negativas (-2 e -1) e de avaliações positivas (+1 e +2). Recentemente, esse diferencial foi validado por Almeida et al. (2014). Participaram do estudo 197 estudantes universitários com idades entre 18 e 27 anos. A tarefa consistia em avaliar seis faces expressando emoções (raiva, felicidade e neutralidade) e seis figuras abstratas. Os resultados obtidos indicaram que as faces felizes foram avaliadas de forma positiva, ou seja, foram avaliadas predominantemente com adjetivos de valência positiva (e.g., feliz, relaxado e leve). De maneira oposta, as faces raivosas foram avaliadas de forma negativa e com predominância de adjetivos de valência

negativa (e.g., triste, tenso e pesado). Adicionalmente, a análise fatorial identificou a presença de dois fatores predominantes no instrumento nomeados de Avaliação e Potência. Os pares referentes a Potência são: rico-pobre, dominante-submisso, rápido-lento, ativo-passivo. Os pares referentes a Avaliação são: feliz-triste, relaxado-tenso, áspero-liso, bonito-feio, leve-pesado, positivo-negativo, macio-duro, bom-mau, agradável-desagradável. O fator Avaliação apresentou um elevado coeficiente alfa indicando que todos os pares desse fator são extremamente relacionados entre si. Esse resultado, em especial, parece apontar que o diferencial semântico é um instrumento fidedigno e adequado para a utilização no contexto brasileiro.

Antes mesmo da conclusão do processo de validação, o diferencial semântico já havia sido utilizado em várias pesquisas em análise do comportamento (Bortoloti & de Rose, 2008, 2009, 2011). Mais especificamente, esse instrumento havia sido utilizado em pesquisas que investigaram a transferência de função decorrente da formação de classes de estímulos equivalentes (Sidman & Tailby, 1982). O paradigma de equivalência de estímulos estabelece critérios operacionais para a verificação de relações consideradas simbólicas (Bortoloti e de Rose, 2008). Relações simbólicas são relações entre estímulos fisicamente distintos e que, a despeito dessa diferença física, se tornam equivalentes/substituíveis por meio de uma história de aprendizado de relações condicionais (de Rose & Bortoloti, 2007). O procedimento mais usual para o estabelecimento de tais relações é o *matching-to-sample* (MTS) ou emparelhamento de acordo com o modelo. Nesse procedimento, os estímulos utilizados assumem funções de estímulos modelo e estímulos de comparação. No experimento conduzido por Martins et al. (2023), por exemplo, 10 estudantes universitários participaram de um procedimento de MTS com estímulos auditivos e visuais. Os estímulos auditivos foram agrupados no conjunto A e foram trechos musicais em tonalidades maiores (A1) e menores (A2). Os

estímulos visuais foram seis figuras abstratas, divididas nos conjuntos B (B1 e B2), C (C1 e C2) e D (D1 e D2). A primeira etapa de treino foi dedicada ao ensino de relações entre os estímulos do Conjunto A e os estímulos do Conjunto B. Ao final dessa etapa, esperava-se que os participantes aprendessem a relação A1B1 (relação entre trechos em tonalidades maiores e a figura B1) e a relação A2B2 (relação entre trechos em tonalidades menores e a figura B2). De maneira geral, as tentativas se iniciavam com a apresentação do estímulo modelo, por exemplo, um trecho musical em tonalidade maior (A1). Após o participante clicar na tela do computador, eram apresentados dois estímulos de comparação (B1 e B2). Nesse exemplo, se o participante clicasse sobre B1, seria apresentada um *check* verde indicando o acerto. Se o participante clicasse sobre B2, seria apresentado um X vermelho indicando o erro. Se o estímulo modelo fosse um trecho musical em tonalidade menor (A2), clicar sob o estímulo B2 seria a resposta correta e clicar sob B1 seria a resposta incorreta. De maneira similar, também foram ensinadas as relações entre os Conjuntos A e C (A1C1 e A2C2) e C e D (C1D1 e C2 D2). Finalmente, foram verificadas a emergência das relações de equivalência (B1D1 / B2D2 / D1B1 e D2B2). A principal característica das relações de equivalência é que elas não são previamente treinadas e, portanto, representam a emergência de uma nova relação condicional entre estímulos que foi derivada das relações anteriormente treinadas. Os resultados obtidos indicaram que todos os participantes conseguiram formar as classes de equivalência propostas pelos autores (A1B1C1D1 e A2B2C2D2).

Numa etapa posterior, Martins et al. (2023) verificaram a transferência de função entre os estímulos de cada uma das classes anteriormente mencionadas. Entende-se por transferência de função o processo comportamental por meio do qual um estímulo adquire a função discriminativa de outro (de Azevedo et al., 2021). Em outras palavras, um estímulo transfere seu “significado” para outro por meio de emparelhamento direto ou



por meio de formação de classes de equivalência (Bortoloti & de Rose, 2008). No procedimento de Martins et al., a transferência de função foi verificada por meio do diferencial semântico validado por Almeida et al. (2014). A racional desse procedimento seria verificar se o “significado” dos estímulos auditivos (trechos maiores e menores) seria transferido para todos os estímulos de cada uma das classes anteriormente mencionadas. Assim sendo, os autores tentaram verificar se o “significado positivo” dos trechos maiores (A1) seria transferido para os membros da classe 1 (B1C1D1) e se o “significado negativo” dos trechos menores (A2) seria transferido para os membros da classe 2 (B2C2D2). Para verificar tal transferência, os participantes avaliaram os estímulos D1 e D2 por meio dos 13 pares de adjetivos do diferencial semântico. Os resultados dessas avaliações foram comparados aos de um grupo Controle (N = 30) que não foram expostos ao treino de MTS e que avaliaram tanto os estímulos D1 e D2 quanto os trechos musicais (A1 e A2). Os resultados obtidos indicaram que houve diferença estatisticamente significativa entre as avaliações dos estímulos D1 e D2 entre ambos os grupos. Além disso, os resultados indicaram que os participantes classificaram os estímulos D1 com adjetivos de valência positiva e os estímulos D2 com adjetivos de valência negativa. Esses valores foram muito similares as avaliações de A1 e A2 feitas pelo grupo Controle. Em suma, esses resultados indicaram que houve transferência de função entre os estímulos, tendo os estímulos da classe 1 adquirido o “significado positivo” e os estímulos da classe 2 adquirido o “significado negativo” de cada um dos trechos.

Apesar desse proeminente resultado, ainda é recente o estudo da transferência de função em classes de equivalência com estímulos musicais. Um caminho natural para o desenvolvimento científico do tema seria estudar esse fenômeno com outros tipos de estímulos como, por exemplo, com acordes musicais maiores e menores. Os acordes são

particularmente interessantes, uma vez que são considerados os menores elementos musicais capazes de serem classificados em termos emocionais (Bakker & Marin et al., 2015; Oelmann & Laeng, 2009). Em certo sentido, estudar os aspectos emocionais de acordes seria identificar, em sua instância mais elementar, como que a música é capaz de influenciar e controlar o comportamento dos ouvintes, mais especificamente, o comportamento de atribuir rótulos as características emocionais de estímulos musicais.

A utilização do diferencial semântico com acordes musicais poderia contribuir, entre outros aspectos, adicionando outros termos no processo de avaliação emocionais de acordes, uma vez que há a predominância dos termos feliz e triste nesses tipos de avaliação. No estudo conduzido por Abe et al. (2014), por exemplo, foi realizado um procedimento para a avaliação emocional de acordes com participantes com diagnóstico clínico de esquizofrenia e com participantes neurotípicos. Na tarefa proposta, os participantes ouviam os acordes de Dó maior e de Dó menor em sequência e precisavam responder a pergunta fechada “Qual dos dois acordes é o mais feliz?”. As opções de resposta eram “o primeiro”, o “segundo” e “nenhum dos dois”. Os resultados obtidos indicaram que os participantes esquizofrênicos não foram capazes de atribuir valências emocionais para os acordes. De maneira oposta, os participantes do grupo controle conseguiram atribuir valências emocionais para os acordes, sendo o acorde de Dó maior frequentemente avaliado como sendo mais feliz do que o acorde de Dó menor. Há resultados semelhantes aos obtidos pelo grupo controle, estando a habilidade de avaliar emocionalmente acordes musicais presente em adultos músicos e não-músicos (Oelmann & Laeng, 2009; Pallesen et al., 2015; Witek et al., 2023) e crianças (Weiss et al., 2020), por exemplo. Entretanto, essa habilidade parece não estar consolidada em participantes amúsicos (Zhou et al., 2019), idosos com demência (Kerer et al., 2014) e em alguns grupos étnicos (McDermot et al., 2016). O diferencial semântico, na versão validada por

Almeida et al. (2014), possibilitaria uma expansão natural da literatura sobre acordes e emoção, uma vez que adicionaria outros 12 pares de adjetivos na avaliação emocional desses elementos musicais.

É importante destacar que a maioria dos estudos sobre acordes e emoção já utiliza instrumentos parecidos com o diferencial semântico em seus procedimentos. Esses procedimentos têm como característica central a utilização de medidas de autorrelato, tais como escalas, figuras e perguntas fechadas. Pallesen et al. (2005), por exemplo, solicitaram que 21 participantes músicos e não-músicos avaliassem emocionalmente acordes maiores e menores por meio de uma escala Likert de 11-pontos formada pelos antônimos feliz-triste. Os resultados obtidos indicaram que tanto participantes músicos quanto os participantes não músicos foram capazes de atribuir valência emocional aos acordes musicais. Mais especificamente, ambos os grupos avaliaram acordes maiores e menores como sendo felizes e tristes, respectivamente. A diferença principal entre o diferencial semântico validado por Almeida et al. (2014) e o procedimento proposto por Pallesen et al. é a quantidade de adjetivos utilizadas para avaliação dos acordes. O diferencial semântico possibilita uma avaliação mais abrangente ao incluir 12 pares novos de adjetivos somados ao par feliz-triste.

Para além dos aspectos avaliativos, a relação entre acordes e emoções também pode ser explorada sob a ótica do ensino de habilidades. Uma habilidade muito importante para músicos e apreciadores é a habilidade de rotular corretamente os acordes (Cedro & Huziwara, 2023). Em outras palavras, rotular significa ouvir um determinado acorde e, em seguida, classificá-lo como sendo maior ou menor. É comum que essa habilidade de rotulagem seja ensinada por intermédio do conteúdo emocional dos acordes. Inicialmente os professores tocam um determinado acorde e em seguida pedem para os alunos descreverem seu aspecto emocional (e.g., “O acorde que eu toquei é feliz ou triste?”).

Feito isso, os professores dão sequência no processo de aprendizagem e começam a ensinar a relação entre as emoções feliz e triste com os rótulos Maior e Menor, respectivamente. Basicamente, o que os professores estão fazendo é utilizar uma habilidade amplamente estabelecida (habilidade de classificar emocionalmente acordes) para o ensino de uma habilidade nova, tal qual a rotulagem de acordes.

Um procedimento muito utilizado na análise do comportamento que se propõe a realizar esse tipo de ensino é o *fading*. O procedimento de *fading* consiste na utilização de uma habilidade previamente estabelecida para, gradualmente e por transferência de controle de estímulos, ensinar uma habilidade nova (Terrace, 1963a, 1963b, 1964; Sidman & Stoddard, 1967). Nesse sentido, de Melo et al. (2018) propuseram um procedimento de *fading* para o ensino de relações auditivos-visuais para crianças usuárias de implante coclear. No Passo 1, as crianças aprendiam a relacionar a palavra falada “zuma” (A4) com uma figura abstrata (figura B4). Para tal, o estímulo modelo era inicialmente composto pela palavra falada “zuma” e pela própria figura B4. Os estímulos de comparação eram as figuras B4 e B5 (outra figura abstrata). Era considerada correta a seleção da figura B4 diante do estímulo modelo composto (“zuma” + figura B4). Ao longo das tentativas, o componente visual do estímulo modelo ia diminuindo de intensidade (iniciava-se com 100% de intensidade e terminava o passo com apenas 10% de intensidade). Essa diminuição na intensidade é uma característica do *fading out* ou, em tradução livre, esvanecimento. É importante destacar que o componente auditivo se mantinha constante ao longo de todo o passo. A racional por trás do procedimento proposto por de Melo et al. era a de utilizar relações consolidadas (i.e., relação visual-visual: B4 - B4) para o ensino de uma nova relação (i.e., relação auditivo-visual: “zuma” - B4). Esse mesmo tipo de racional poderia ser aplicado com o objetivo de ensinar a habilidade de rotular acordes musicais. Assim, seria utilizada a habilidade de relacionar

os acordes as suas respectivas emoções como base para o ensino da habilidade de rotular esses mesmos acordes.

Finalmente, diante de tudo o que foi previamente exposto, a presente tese teve como principal objetivo investigar aspectos emocionais de acordes musicais sob a ótica analítico comportamental. Para tal, a tese foi dividida em três artigos, cada qual se propondo a investigar um subtema sobre acordes musicais e emoções. O artigo 1 foi uma revisão de escopo que destacou estudos em que os acordes musicais foram avaliados por meio de medidas de autorrelato. Esse artigo teve como objetivo principal verificar o estado da arte de pesquisas que estudam a relação acordes-emoção. Tal verificação foi fundamental na construção da base teórica dos artigos subsequentes. O artigo 2 foi um experimento em que foi verificada a possibilidade de as características emocionais dos acordes auxiliarem no processo de rotulagem. Em outras palavras, foi verificada se a habilidade de relacionar acordes maiores a faces felizes e acordes menores a faces tristes facilitaria o ensino da habilidade de relacionar esses mesmos acordes aos rótulos Maior e Menor, respectivamente. Por fim, o artigo 3 foi um experimento em que foi verificada a transferência de função com acordes musicais maiores e menores. Para tal, foram estabelecidas duas classes de equivalência com quatro termos cada (Classe 1: A1B1C1D1 e Classe 2: A2B2C2D2). Os estímulos do subconjunto A1 foram acordes maiores e os estímulos do subconjunto A2 foram acordes menores. A transferência de função foi verificada por meio de avaliações dos estímulos D1 e D2, ambas feitas por meio do diferencial semântico validado por Almeida et al. (2014).

### **Artigo 1: A scoping review of the relation between musical chords and emotions**

Musical stimuli are capable of eliciting emotions in different cultural groups (Agustus et al., 2015; Koelsch, 2005; McDermott et al., 2016) and, for this reason, music is frequently defined as the language of emotions (Peretz et al., 1998). In the course of time, researchers have been interested in understanding how the emotional perception of human beings is influenced by each one of the musical elements (i.e., harmony, melody, and tempo) (e.g., Dalla Bella et al., 2001; Hevner, 1935; Hunter et al., 2010; Kastner & Crowder, 1990; Peretz et al., 1998; Scherer, 1995).

Regarding harmony specifically, there is a growing number of studies investigating how different types of musical chords are related to some basic emotions (e.g., Bakker & Martin, 2015; Lahdelma & Eerola, 2016; McDermott et al., 2016; Pallesen et al., 2005; Zhou et al., 2019). A chord is a musical structure composed of two or more notes played simultaneously or in an arpeggio form (Schmeling, 2011). Musical chords can be classified based on functional or physical aspects. Functional aspects divide chords into major and minor. Major chords are composed of the root note, the major third, and the major fifth interval notes. Minor chords are similar, differing only in the second note (minor third interval). The physical aspects, in turn, divide chords into consonant and dissonant. This classification is based on the frequency ratio between the constituent notes of a chord. The simpler the proportion, the more the chord will be classified as a consonant. For example, the octave chord is represented by the simple ratio 2:1, as the same fundamental note forms it in two different octaves. On the other hand, the sixth chord is formed by the proportion 5:8. In this sense, the octave chord is more consonant than the sixth chord. Frequently, consonant chords are formed by the ratio 2:1 (octave), 3:2 (root + perfect fifth interval), and 5:4 (root + major third interval), among others. Dissonant chords, in turn, are formed by complex proportions, such as 45:32 (root +

diminished fifth interval) (Caldwell et al., 2016; Schellenberg & Trehub, 1996). Finally, it is worth noting that there is an overlap between the functional and physical aspects of chords. For example, major and minor chords are often classified as consonant because of the frequency ratio between their constituent notes.

Despite these distinctions, chords are particularly interesting because they are considered the smallest musical structure capable of eliciting emotions (Bakker & Marin et al., 2015; Oelmann & Laeng, 2009). In other words, investigating the relation between chords and their respective emotional valences seems to be crucial to understand how music impacts listeners' behavior at its most elementary level. In this sense, McDermott et al. (2016) conducted a cross-cultural study to investigate how different populations evaluated consonant and dissonant chords. In Experiment 1, participants were assigned to three different groups, namely US natives (N = 48, musicians and non-musicians), Bolivians (N = 50, capital and rural dwellers), and Tsimane's residents (N = 64). The results obtained by this last group were particularly interesting because they live in a remote location in the Amazon rainforest, and polyphony, harmony, and group performances are absent from the music they played. The procedure consisted of rating a set of 10 different chord types (i.e., dissonant: minor second, major second, tritone, major seventh, and augmented triad; consonant: major third, perfect fourth, perfect fifth, and major triad; neutral: unison) according to the perceived pleasantness level which was expressed by four different verbal responses (i.e., “like it a lot”, “like it a little”, “dislike it a little” or “dislike it a lot”). The results indicated that US and Bolivian listeners strongly preferred consonant chords. By contrast, Tsimane’s residents showed no preference for consonant or dissonant chords.

Studies with Western listeners showed similar results to those obtained by the US and Bolivian listeners (McDermott et al., 2016). That is, consonant chords are often

classified as pleasant, just as dissonant chords are often classified as unpleasant (e.g., Omigie et al., 2014; Pallesen et al., 2005; Zhou et al., 2019). Additionally, there is some evidence indicating that major chords are often associated with happiness and minor chords are often associated with sadness (e.g., Juslin & Laukka, 2003; Pallesen et al., 2005; Zhou et al., 2019). Pallesen et al. (2005), for example, conducted a study to investigate how musicians (N = 11) and non-musicians (N = 10) rated the emotional valence of three major, minor, and dissonant chords. Participants listened to each chord passively or while performing a working memory task. In both cases, brain activity was measured using a functional magnetic resonance imaging (fMRI) device. After the brain scan, participants were asked to emotionally rate each chord using two 11-point Likert scales (pleasant-unpleasant/happy-sad). In general, the results indicated that the musicians rated dissonant chords as more pleasant and minor chords as sadder when compared to non-musicians. This difference in intensity could be explained by the level of instruction and by the exposure to musical stimuli to which musicians are subject. When evaluating major chords, however, participants in both groups rated these stimuli as the happiest and most pleasurable. Such a response pattern indicates that the emotional evaluation of musical chords does not depend on the participants' instruction level since both groups similarly rated the chords, varying only in the intensity of this assessment, specifically in the case of dissonant and minor chords. The results of the fMRI confirm this hypothesis, as there was no difference in brain activation between both groups.

Despite the similarities between the studies of Pallesen et al. (2005) and McDermott et al. (2016), they have some important methodological differences. The first difference refers to the population investigated in both studies. McDermott et al. conducted their study with different ethnic groups, while Pallesen et al. investigated the emotional perception of chords only using US adults with normal-hearing. In addition,



McDermott et al. used only consonant and dissonant chords in their procedure, while Pallesen et al. used major, minor, and dissonant chords. Finally, Mcdermot et al. used pleasant verbal responses to assess participants' emotional responses, while Pallesen et al. used two written Likert scales. This great diversity in terms of populations, stimuli, and measures enriches the research area in a particular way. On the other hand, this same diversity can become an obstacle when comparing the results and understanding the recent progress made in this research area.

In this scenario, the objective of the present study is to carry out a scoping review that describes the state of the art involving musical chords and emotions. More specifically, we aim to systematize information about the types of chords and the evaluation protocols used in recent research, highlighting their similarities and differences. The results could contribute to summarizing the information regarding chords and emotions, enhancing future research on this topic.

### **Method**

Our protocol was designed using Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) extension guidelines for scoping reviews. The search for articles was conducted in March 2023 using the CAPES journal portal. The databases used were PubMed and Web of Science – Arts and Humanities index (WoS). Only articles in English from peer-reviewed journals were selected. Additionally, only articles published between 2005 and 2023 were selected. The keywords used were chords and emotions joined by the logical operator “AND”. After a preliminary search, the PubMed database returned 52 articles and the WoS database returned 24 articles with the abovementioned descriptors.

Figure 1 presents a step by step of the screening protocol. Following an initial analysis, were excluded articles that did not have the descriptors or their respective synonyms in the abstracts, titles, or keywords (N = 22). Additionally, articles conducted with non-human subjects (N=1), articles describing a case study (N = 1), articles without access (N = 1), articles excluded after the method reading (N = 10), articles that did not use scales in the method or did not use the presentation of isolated chords in emotional judgment tasks (N= 10), and theoretical articles (N = 5) were also excluded. After applying the inclusion and exclusion criteria, nine articles were selected from PubMed and two from WoS databases.

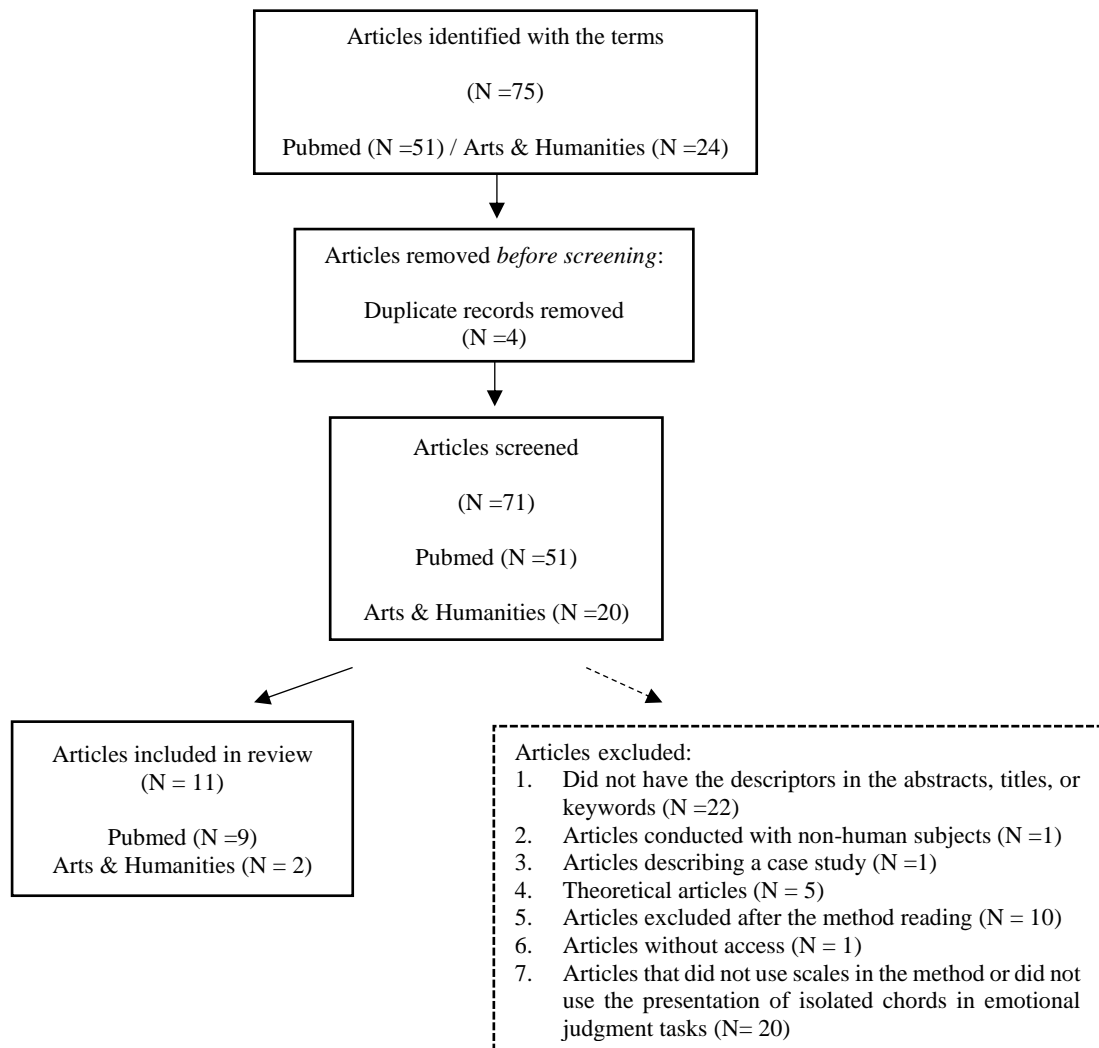


Figure 1. Step by step of the screening protocol. Dashed lines represent points where some articles were excluded.

## Results

Table 1 presents the main characteristics of the selected articles. By analyzing this table, it is possible to notice that 7 out of 11 articles used some type of group design in their procedures. In most cases, this comparison involves participants with different perceptual training backgrounds, such as musicians and non-musicians (i.e. Oelmann & Laeng, 2009; Pallesen et al., 2005; Witek et al., 2023). Some other populations, such as elderly with cognitive impairment (Kerer et al., 2014), schizophrenic patients (Abe et al., 2016), epileptic patients (Omigie et al., 2014), and participants with amusia (i.e., Marin et al., 2015; Zhou et al., 2019) were also investigated.

Regarding amusia specifically, the literature seems to be focused on understanding how people with this clinical condition perceive the emotional discourse of music. Amusia is a lifelong musical disorder with prevalence between 1.5% and 4% of the world population (Peretz & Vuvan, 2017). Amusics have a severe difficulty to recognize tunes without the aid of the lyrics and to detect when someone sings out of tune (Peretz & Hyde, 2003). Despite these difficulties, amusics can easily recognize environment sounds and speakers by their voices. In sum, this population processes music in a very peculiar way and the emotional studies are particularly concerned with this phenomenon.

There are important differences between the procedures proposed by Zhou et al. (2019) (Experiment 3) and by Marin et al. (2015). Despite investigating differences between musicians (G1) and people with normal-hearing (G2), the age range of the participants is very different. The participants of Zhou et al. (2019) had a lower mean age (G1: 22.58 years / G2: 22.91 years) when compared to participants from Marin et al. (2015) (G1: 49.53 years / G2: 47.54 years). Additionally, the type of chord used was different in both procedures. In the study by Marin et al., chords formed by two notes

(i.e., dyads) and chords formed by three notes (i.e., triads) were used, while in the study by Zhou et al., only three-note chords were used. Despite these differences, both procedures used the same scales for the emotional assessment of chords. The pleasant/unpleasant scale was used to assess dyads (Marin et al., 2015) and consonant and dissonant chords (Zhou et al., 2019), and the happy/sad scale was used to assess major and minor chords in both studies.

Table 1 also shows that in all studies the chords varied in two different dimensions: type and in number of notes. The main types of chords used were major, minor, consonant, and dissonant. Related to the number of notes, some studies used chords with two notes (i.e., dyads) (Marin et al., 2015; Oelmann & Laeng, 2009), with three or four notes (i.e., triads and tetrads) (Abe et al., 2016; Kerer et al., 2014; Lahdelma & Eerola, 2014; Marin et al., 2015; Pallesen et al., 2005; Witek et al., 2023, Zhou et al., 2019), and with five or more notes (Lahdelma & Eerola, 2016). An important point is that there is no consensus about the frequency range for the chords used in abovementioned studies. The frequency range varies between D2 (73.42 Hz) (Oelmann & Laeng, 2009) and A6 (1760 Hz) (Pallesen et al., 2005). Complementarily, it is important to note that this important information did not appear in three studies (e.g., Abe et al., 2016; Kerer et al., 2014; Omigie et al., 2014).

Despite the differences between the investigated populations and the musical stimuli used, all articles used self-report measures in their procedures. Scales were used in 9 articles (e.g., Labbé et al., 2020; Lahdelma & Eerola, 2014; Lahdelma & Eerola, 2016; Marin et al., 2015; Oelmann & Laeng, 2009; Omigie et al., 2014; Pallesen et al., 2005; Zhou et al. 2019) and multiple-choice questions were used in two articles (i.e., Abe et al., 2016; Kerer et al., 2014). The main goal of such measures was to evaluate the emotional aspects (e.g., happy-sad; pleasant-unpleasant) of chords.

*Selected Articles and Its Main Characteristics*

Authors	Database	Participants	Stimuli	Frequency range	Behavioral Measures	Other Measures
Pallesen et al. (2005)	Pubmed	G1- Musicians ( $N = 11$ ) G2- Nonmusicians ( $N = 10$ )	3 major chords 3 minor chords 3 dissonant chords	G#2 - A6	Two 11-point scales (unpleasant-pleasant / sad-happy)	Magnetic Resonance
Oelmann and Laeng (2009)	Pubmed	Exp. 1: G1- Nonmusicians ( $N = 5$ ) G2- Amateurs Musicians ( $N = 13$ ) G3- Professional Musicians ( $N = 11$ )  Exp. 2: G1- Nonmusicians ( $N = 9$ ) G2- Amateurs Musicians ( $N = 8$ ) G3- Professional Musicians ( $N = 15$ )  Exp. 3: G1- Nonmusicians ( $N = 8$ ) G2- Amateurs Musicians ( $N = 9$ ) G3- Professional Musicians ( $N = 13$ )	Exp. 1: 4 dyads  Exp. 2: 4 dyads (higher frequency register)  Exp. 3: 5 original folk tunes 5 only melody variations 5 only harmony variations	D2 - D#5	24 bipolar scales	-
Kerer et al. (2014)	Pubmed	G1- Elderly with Alzheimer disease ( $N = 10$ ) G2- Elderly with mild cognitive impairment ( $N = 10$ ) G3- Control Group ( $N = 23$ )	4 chords (2 major and 2 minor) 8 excerpts - (4 major, 4 minor with variations in note density per measure and frequency)	-	1 closed question	-
Omigie et al. (2014)	Pubmed	Participants with epilepsy	48 consonant chords with piano timbre 48 dissonant chords with organ timbre	-	One 4-point scale (pleasant-unpleasant)	Electroencephalography (EEG)
Marin et al. (2015)	Pubmed	G1- Amusics ( $N = 13$ ) G2- Control ( $N = 13$ )	48 dyads and 24 chords with sinusoidal sounds (12 major and 12 minor - no timbre) 48 dyads and 24 chords (12 major and 12 minor - piano)	G3 - F#4	Two 7-point scales (unpleasant-pleasant / sad-happy)	-
Abe et al. (2016)	Pubmed	G1- Schizophrenics ( $N = 29$ ) G2- Control ( $N = 29$ )	1 C major chord 1 C minor chord	-	1 closed question 1 semi-structured diagnostic interview	-

*Selected Articles and Their Main Characteristics (continued)*

Authors	Database	Participants	Stimuli	Frequency range	Behavioral Measures	Other Measures
Lahdelma and Eerola (2016)	Pubmed	Participants from different nationalities and ages (N = 410)	30 C chords with 3, 4, 5 and 6 notes	Exp.1: C4 - G4  Exp. 2: G4 - C5	Five 7-point scales (valence, tension, energy, consonance and preference)	–
Zhou et al. (2019)	Pubmed	Exp. 1: G1- Amusics (N = 16) G2- Control (N = 16)  Exp. 2: G1- Amusics (N = 16) G2- Control (N = 16)  Exp. 3: G1- Amusics (N = 16) G2- Control (N = 16)	Exp. 1: 48 chords (24 major, 24 minor) 48 faces (24 happy and 24 sad)  Exp. 2: 48 chord (24 consonants and 24 dissonants) 48 faces (24 happy and 24 scared or angry)  Exp. 3: 96 chords (24 major, 24 minor, 24 consonant and 24 dissonant)	C4- A#5	Exp. 1: Response time  Exp. 2: Response time  Exp. 3: Two 7-point scales (happy-sad / pleasant-unpleasant)	Exp. 1: Electroencephalography  Exp. 2: Electroencephalography  Exp. 3: –
Witek et al. (2023)	Pubmed	G1- Musicians (N = 25) G2- Nonmusicians (N = 24)	20 D chords with 4 levels of complexity (octave, low, medium and high)	D2 - D#5	One 5- point scale of liking (1-not at all / 5- very much)	Goldsmiths Musical Sophistication Index Barcelona Music Reward Questionnaire Danish translation of the Short Test of Music Preferences Big Five Inventory Musical Ear Test
Lahdelma and Eerola (2014)	Web of Science - Arts and Humanities	269 adult participants	14 chords played with two timbres each (piano and strings)	C3	9- item scale (Valence, Tension, Energy, Nostalgia/longing, Melancholy/sadness, Interest/expectancy, Happiness/joy, Tenderness, Liking/preference)	–
Labbé et al. (2020)	Web of Science - Arts and Humanities	20 adult participants	13 bars with A major or A minor Chord with a slow or fast tempo	A4-E5	Six 5- point scale of pleasantness, sublimity, vitality, unease, and entrained	Heart Rate (HR) Respiration Rate (RR)

Scales are objective measures with a predetermined set of points anchored by a pair of opposite adjectives at their ends. So then, scales represent a continuum from one adjective to its antonym. For example, Marin et al. (2015) conducted an experiment in which amusic ( $N = 13$ ), and normal-hearing adults ( $N = 13$ ) evaluated major and minor musical chords using a 7-point Likert scale anchored by the adjectives “happier” (point 7) and “sadder” (point 1). In this experiment, the participant should select point 7 on the scale if she/he found a particular chord extremely happy. If this same chord were considered neutral, the participant should select point 4, and, if considered extremely sad, point 1. In addition, she/he could select intermediate points (i.e., points 2, 3, 5, and 6) to indicate intermediary intensities of happiness and sadness. In this specific study, the results indicated that only the normal-hearing participants were able to consistently associate major chords to happiness and minor chords to sadness.

Similar results were found in Experiment 3 proposed by Zhou et al. (2019). In this study, amusic ( $N = 16$ ) and normal-hearing adults ( $N = 16$ ) also evaluated 96 chords (i.e., 24 major chords, 24 minor chords, 24 consonant chords, and 24 dissonant chords) using two 7-point scales. The happy-sad antonyms were used to evaluate major and minor chords, while pleasant-unpleasant antonyms were used to evaluate consonant and dissonant chords. The results indicated that only the normal-hearing participants were able to associate the chords with their respective emotional assessments. More specifically, the results indicated that these participants consistently associated major, minor, consonant, and dissonant chords with the adjectives of happiness, sadness, pleasure, and displeasure, respectively. Complementarily, the results obtained by Pallesen et al. (2005) and Omigie et al. (2014) indicated that non-musician participants and participants with partial epilepsy were also able to emotionally evaluate major, minor,

consonant, and dissonant chords using scales with the same pairs of antonyms previously mentioned.

The tasks that used multiple-choice questions, in turn, consisted of selecting, among a series of available options, the one that would correctly answer the question proposed by the researchers. In the study conducted by Abe et al. (2016), for example, participants with a clinical diagnosis of schizophrenia ( $N = 29$ ) and participants in the control group ( $N = 29$ ) performed a task of emotional identification of major and minor chords. The task consisted of listening to two chords sequentially and then answering the closed question about which one of those chords would be the saddest. For example, a given trial could present a sequence consisting of a C major chord and a C minor chord and the response options would be “1- The first, 2- The second, and 3- Neither”. In this trial, the selection of number 2 was considered correct, which classified the minor chord as being the saddest. The results indicated that the schizophrenic participants obtained only 37.9% of correct responses while the participants in the control group obtained 96.6% of correct responses. These results suggest that the deficits in affective discrimination present in schizophrenic patients also directly influence the emotional perception of musical chords.

## **Discussion**

In general terms, this scoping review showed an overview regarding chords and emotions. As a cut, only articles that used self-report measures were selected. Robust evidence was provided indicating that this measure was effective to evaluate the emotional valence of chords (e.g., Abe et al., 2016; Lahdelma & Eerola, 2016; Omigie et al., 2014; Palessen et al., 2005; Zhou et al., 2019), and dyads (e.g., Marin et al., 2015; Oelmann & Laeng, 2009). Among other aspects, the results indicated that major, minor, consonant, and dissonant chords were consistently associated with happiness, sadness,



pleasure, and displeasure, respectively. Such associations were found in different populations, such as normal-hearing adults, musicians, non-musicians, and, with less intensity, in amusic participants. Although the investigated populations have some variability, it is important to highlight that there is a gap in knowledge about the emotional processing of chords in other groups of participants. A particularly interesting group is child cochlear implant users. Cochlear implant (CI) is a biomedical device developed for patients with profound sensorineural deafness (Clark, 2005). This device represents one of the few ways to ensure that this population understands spoken speech and captures the sounds of the environment. Precisely because they present this peculiarity in sound perception, CI users represent an interesting group for investigation of the emotional perception of musical chords. A study comparing the performance of these participants with normal-hearing children could shed light on the acquisition of the ability to relate chords to their respective emotional valences.

Noteworthy, the ability to relate musical chords to emotions seems to emerge consistently throughout childhood. In the study conducted by Weiss et al. (2019), for example, it was shown that 10-year-old children were already able to identify emotional aspects of chords. Such results are similar to those found in the literature about music and emotions that present excerpts as stimuli (e.g., Dalla Bella et al, 2001; Kastner & Crowder, 1990). In Experiment 2, conducted by Dalla Bella et al. (2001), for example, children aged from 3 to 8 years made an emotional judgment of a series of musical excerpts. These excerpts were manipulated in different ways to identify the influence of tempo (i.e., fast or slow) and tonality (i.e., major or minor) on the emotional judgment made by these children. The task consisted of listening to each excerpt and selecting the drawing that best represented the emotion (i.e., happy or sad emoji). The results indicated that 6-year-olds were able to perform the task as proposed. More specifically, the results

indicated that these children were able to associate major, fast tempo excerpts with happy emojis and minor, slow tempo excerpts with sad emojis. This age difference for the beginning of the ability to relate music to their respective emotional valences can be explained by the fact that the stimuli used by Dalla Bella et al. were more complex and presented more clues for the emotional discrimination of the excerpts (e.g., congruent tonality and tempo). In contrast, the emotional processing of chords requires more accurate discrimination and often a single semitone differentiates one chord from another. Investigation of the stimuli complexity seems to be a promising field for future research on chords and emotions.

Despite the robustness of the results obtained by self-report measures, it is worth noting that this type of measure has some methodological limitations. Usually, these tasks assume that the participants are able to identify their emotional responses in a precise way and similarly to the way the researchers defined. However, the adjectives or descriptors used do not allow an adequate identification of the participants' emotional state in many cases. For instance, a person can perceive multiple forms of sadness while listening to a minor music excerpt (e.g., loneliness, depression, restraint). This perception can even vary in future executions of the same excerpt depending on the context in which it is performed. In this sense, each execution gives rise to a different state of sadness and to a different physiological response. This high level of variety is an important question which is often not included in studies that use only scales in their procedures. In this regard, a theoretical approach called Social Construction argues that the emotional experience elicited by music is a complex, subjective phenomenon with important cultural and social determinants (Krumhansl, 1997; Warrenburg, 2020). For this theoretical approach, the emotional aspects of music must be studied with ethnographic and historical instruments. A possible solution to this impasse between scales and ethnographic instruments is to

conduct research studies with open-ended and closed questions. Thus, the results obtained will be more reliable and may elucidate some important questions about the emotional processing of chords.

Another important point to be highlighted is that most of the articles selected used only basic emotions (e.g., happiness, sadness, anger, pleasure, displeasure) in their procedures. This choice finds precedents in literature. Warrenburg (2020b), for example, conducted a review of the main characteristics of musical stimuli used in the literature on music and emotion. Altogether, 306 studies published between 1928 and 2018 were analyzed. According to the author, 22,417 stimuli and 114 emotional terms were used in the selected studies. Among the terms used, there was a predominance of terms related only to basic emotions. More specifically, 23% of the stimuli used were called sad, 19% happy and 10% angry. Although most of these used musical excerpts in their procedures, the same pattern of results applies to the literature on musical chords. Such results seem to indicate that the use of unusual emotional terms proves to be a promising field for future studies about chords and emotion. Terms such as calm, beautiful, ugly, and neutral are some of the examples that could be used in these studies.

## References

### References with an asterisk indicate studies selected in this scoping review

\*Abe, D., Arai, M., & Itokawa, M. (2016). Music-evoked emotions in Schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 185, 144-147.

Agustus, J. L., Mahoney, C. J., Downey, L. E., Omar, R., Cohen, M., White, M. J., Scott, S. K., Mancini, L. & Warren, J. D. (2015). Functional MRI of music emotion processing in frontotemporal dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 232-240.

- Bakker, D. R., & Martin, F. H. (2015). Musical chords and emotion: Major and minor triads are processed for emotion. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 15*, 15-31.
- Caldwell, M. T., Jiradejvong, P., & Limb, C. J. (2016). Impaired perception of sensory consonance and dissonance in cochlear implant users. *Otology & Neurotology, 37*, 229-234.
- Clark, G. (2004). Cochlear implants. In *Speech processing in the auditory system* (pp. 422-462). New York: Springer.
- Dalla Bella, S. D., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition, 80*, B1-B10.
- Hevner, K. (1935). The affective character of the major and minor modes in music. *The American Journal of Psychology, 47*, 103-118.
- Hunter, P. G., Schellenberg, E. G., & Schimmack, U. (2010). Feelings and perceptions of happiness and sadness induced by music: similarities, differences, and mixed emotions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 4*, 47-56.
- Juslin, P. N., & Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code?. *Psychological bulletin, 129*, 770.
- Kastner, M. P., & Crowder, R. G. (1990). Perception of the major/minor distinction: IV. emotional connotations in young children. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 8*, 189-202.
- \*Kerer, M., Marksteiner, J., Hinterhuber, H., Kemmler, G., Bliem, H. R., & Weiss, E. M. (2014). Happy and sad judgements in dependence on mode and note density in

patients with mild cognitive impairment and early-stage Alzheimer's disease. *Gerontology*, *60*, 402-412.

Koelsch, S. (2005). Investigating emotion with music: neuroscientific approaches. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1060*, 412-418.

Krumhansl, C. L. (1997). An exploratory study of musical emotions and psychophysiology. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *51*, 336-352.

\*Labbé, C., Trost, W., & Grandjean, D. (2021). Affective experiences to chords are modulated by mode, meter, tempo, and subjective entrainment. *Psychology of Music*, *49*, 915-930.

\*Lahdelma, I., & Eerola, T. (2016). Single chords convey distinct emotional qualities to both naïve and expert listeners. *Psychology of Music*, *44*, 37-54.

\*Lahdelma, I., & Eerola, T. (2016). Mild dissonance preferred over consonance in single chord perception. *i-Perception*, *7*, 1-21.

\*Marin, M. M., Thompson, W. F., Gingras, B., & Stewart, L. (2015). Affective evaluation of simultaneous tone combinations in congenital amusia. *Neuropsychologia*, *78*, 207-220.

McDermott, J. H., Schultz, A. F., Undurraga, E. A., & Godoy, R. A. (2016). Indifference to dissonance in native Amazonians reveals cultural variation in music perception. *Nature*, *535*, 547-550.

\*Oelmann, H., & Laeng, B. (2009). The emotional meaning of harmonic intervals. *Cognitive Processing*, *10*, 113-131.

- \*Omgie, D., Dellacherie, D., Hasboun, D., Clément, S., Baulac, M., Adam, C., & Samson, S. (2015). Intracranial markers of emotional valence processing and judgments in music. *Cognitive neuroscience*, 6, 16-23.
- \*Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2005). Emotion processing of major, minor, and dissonant chords: a functional magnetic resonance imaging study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 450-453.
- Peretz, I., Gagnon, L., & Bouchard, B. (1998). Music and emotion: perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition*, 68, 111-141.
- Peretz, I., & Hyde, K. L. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in cognitive sciences*, 7, 362-367.
- Peretz, I., & Vuvan, D. T. (2017). Prevalence of congenital amusia. *European Journal of Human Genetics*, 25, 625-630.
- Schellenberg, E. G., & Trehub, S. E. (1996). Natural musical intervals: Evidence from infant listeners. *Psychological science*, 7, 272-277.
- Scherer, K. R. (1995). Expression of emotion in voice and music. *Journal of Voice*, 9, 235-248.
- Schmeling, P. (2011). *Berklee music theory: Books 1 & 2*. Los Angeles, CA: Berklee Press.
- Warrenburg, L. A. (2020). Comparing musical and psychological emotion theories. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 30, 1-19.

Warrenburg, L. A. (2020b). Choosing the right tune: A review of music stimuli used in emotion research. *Music Perception*, *37*, 240-258.

\*Witek, M. A., Matthews, T., Bodak, R., Blausz, M. W., Penhune, V., & Vuust, P. (2023). Musicians and non-musicians show different preference profiles for single chords of varying harmonic complexity. *Plos One*, *18*(2), 1-16.

Weiss, M. W., Cirelli, L. K., McDermott, J. H., & Trehub, S. E. (2019). Development of consonance preferences in Western listeners. *Journal of Experimental Psychology: General*, *149*, 634–649.

\*Zhou, L., Liu, F., Jiang, J., & Jiang, C. (2019). Impaired emotional processing of chords in congenital amusia: electrophysiological and behavioral evidence. *Brain and Cognition*, *135*, 1-11.

## **Artigo 2: Teaching chords labeling using a fading-out matching-to-sample procedure**

Music is frequently defined as the language of emotions (Peretz et al., 1998). Currently, there is a growing body of evidence showing the relationship between musical elements (i.e., melody, rhythm, frequency, timbre, and harmony) and basic emotions (e.g., Dalla Bella et al., 2001; Hevner, 1935; Hunter et al., 2010; Kastner & Crowder, 1990; Peretz et al., 1998; Scherer, 1995; for a review – Juslin & Laukka, 2003).

For instance, several studies were dedicated to describing the chord-emotion relation, a prominent characteristic of harmony (e.g., Bakker & Martin, 2015; Lahdelma & Eerola, 2016; Pallesen et al., 2005; Zhou, Liu, Jiang, & Jiang, 2019). A chord is a musical structure composed of two or more notes played simultaneously (Schmeling, 2011). Frequently, chords are classified based on physical (i.e., consonant or dissonant) or functional aspects (i.e., major, minor, diminished, or augmented). However, it is important to highlight that physical aspects overlap with functional aspects in this musical chord classification arrangement. For example, major and minor chords are physically described as consonant, while augmented and diminished chords are physically described as dissonant. Interestingly, musical literature points out that consonant and dissonant chords are often associated with pleasant and unpleasant emotions, respectively. Additionally, major and minor chords are often associated with happiness and sadness, respectively (e.g., Pallesen et al., 2005; Weiss et al., 2020; Zhou et al., 2019).

Pallesen et al. (2005), for example, conducted a study to investigate how non-musicians (N = 10) and musicians (N = 11) emotionally rated major, minor, and dissonant chords. The task consisted of rating each chord using two 11-point Likert scales. The first scale was anchored in the antonyms pleasant/unpleasant and the second one in the antonyms happy/sad. In general, both groups rated the musical chords similarly.



However, the groups differed in terms of perceived emotional intensity. More specifically, the results indicated that musicians rated dissonant chords as more pleasant and minor chords as sadder when compared to non-musicians. On the other hand, there was no difference between the perceived emotion intensity for the major chords, which were considered pleasant and happy by the participants of both groups. Similar results were obtained by Abe et al. (2016), Bakker et al. (2015), and Zhou et al. (2019).

These results indicate that the ability to relate chord sounds to basic emotions seems to be independent of any formal music education. Conversely, the ability to label chords based on their functional aspects seems to depend on formal teaching. In technical terms, labeling is the perceptual process of listening to and naming a chord as proposed by musical literature (Schmeling, 2011). This ability is particularly important in the auditory training of musicians because it facilitates the process of learning to play unfamiliar songs. Considering this, Cedro et al. (2019) developed a procedure to teach chord labeling to non-musician undergraduate students. For 20 participants in Group 1, a matching-to-sample procedure was used to teach major and minor chord labeling. In this procedure, the sample stimuli were major and minor chords, and the comparison stimuli were the written words MAJOR and MINOR. In the pretest, participants were exposed to a 20-trial block without differential consequences in which major and minor chords of C#, D#, F#, G#, and A# root notes were presented as samples. In the training phase, participants were exposed to five cumulative training steps. In the first step, only one major chord sample and one minor chord sample were presented (i.e., C-major and C-minor). In the second step, two major and two minor chords were presented (C-major and C-minor / D-major and D-minor). This rationale was maintained so that five major and five minor chords were presented together in the same training block (C, D, E, F, and G

major and minor chords) in the fifth step. The differential consequences were presented, and the learning criterion was 75% of the correct choices in each block.

The results indicated that only five of the 20 participants achieved the learning criterion for all training steps. Furthermore, half of the participants did not achieve the learning criterion in Steps 1 or 2. These data are particularly interesting when considering that, in these initial steps, the fewer number of chords presented in each step (i.e., C major and C minor in Step 1; C and D major and C and D minor in Step 2) would supposedly be a favorable condition for the occurrence of the programmed relational learning. These results indicate that the training procedure was complex for most participants (i.e., most of them failed to achieve the criterion in the initial training steps). Therefore, it seems necessary to propose additional teaching protocols to decrease the number of errors made by the participants and, consequently, enhance the probability of success in procedures similar to that used by Cedro et al. (2019).

To assist the process of acquiring conditional relations, a widely used approach is merging the MTS protocol with a fading procedure (Terrace, 1963a, 1963b; Sidman & Stoddard, 1967). The fading procedure consists of using previously learned relations to, gradually and by transfer of stimulus control, facilitate the acquisition of a new set of relations. For instance, Almeida-Verdu et al. (2008) used a fading-out matching-to-sample procedure to teach arbitrary conditional relations between auditory and visual stimuli. Four children with cochlear implants participated in Experiment 1. Due to their clinical condition, these children have difficulties learning new auditory-visual relations (i.e., target ability). In contrast, learning visual-visual relations occurs regularly for them (i.e., baseline ability). Thus, the rationale of the procedure proposed by Almeida-Verdu et al. was to use previously learned visual-visual relations to facilitate the acquisition of auditory-visual relations as recommended by fading procedures.

The authors employed a set of spoken pseudowords (A: PAFE, XEDE, and ZIGO – A1, A2, and A3, respectively) and two sets of arbitrary pictures (B: B1, B2, and B3; C: C1, C2, and C3) as stimuli. The first training was an 18-trial block in which the A1B1 relation was taught. Each trial began with presenting two comparison stimuli (B1 and B2) on the computer screen. After the 2-s delay, the compound sample stimulus (A1+B1) was presented, and the participants should click on the correct comparison stimulus (in this case, B1). Correct responses were followed by the presentation of colored stars and a musical phrase. Incorrect responses were followed by a black screen. Over the 18 trials, the visual component of the sample gradually faded out so that, in the last trials of the training block, only the auditory component of the sample was presented. It was expected that the control initially exercised by the visual component (i.e., B1) would be transferred to the auditory component of the sample (i.e., A1) to transform an identity matching (i.e., B1B1 – based on physical similarity) into an arbitrary matching (i.e., A1B1). The remaining training blocks were similar, and the only difference was in the relations that were taught (i.e., A2B2, A3B3, A1C1, A2C2, A3C3). The results indicated that all participants learned AB and AC relations with few errors. In sum, these results suggest that the fading procedure effectively established auditory-visual relations with few errors in a population with several difficulties in establishing this type of relations.

In light of Cedro et al. (2019) and Almeida-Verdu et al. (2008), the present experiment aimed to evaluate the feasibility of a fading-out matching-to-sample procedure for teaching chord labeling to adults with typical auditory development. For this purpose, we used the ability to relate chords to their respective emotional aspects as a cue for the discrimination process of chords labeling. Our results could contribute to the development of chord labeling teaching protocols. Furthermore, this ability is

considerably important for professional musicians, and the optimizations of such protocols could directly impact their training routines and musical practices.

## **Method**

### *Participants*

Twenty-four undergraduate students (11 male) aged 19-26 years ( $M = 22.5$  years,  $SD = 3.84$ ) participated in the experiment. Before starting the procedure, the participants were requested to fill in an online form containing questions about their education level and music skills. In addition, all the participants were debriefed regarding ethical aspects and read and signed an Informed Consent Statement. All procedures were approved by the Committee of Ethics of Universidade Federal de Minas Gerais (process number: CAAE 44508615.2.0000.5149).

### *Setting and Equipment*

Data were collected remotely using online video calls. The training and test blocks were programmed using the Stimulus Control software (Picanço, 2017). The procedure ran on the researcher's computer, and the participants performed the tasks via remote control. Before the procedure started, internet connections and audio were tested to ensure the quality of the data.

The visual stimuli were six emotional faces (Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998). Half of them expressed happiness, and the other half expressed sadness. The written words MAJOR and MINOR (both written in Portuguese) were also used.

The auditory stimuli were chords, chord progressions (i.e., sequence of chords played sequentially), and excerpts composed in minor and major keys. Symbols of the Western music notation system will be used to represent them herein (for a review - Schmeling, 2011). In sum, 18 chords (i.e., half in minor key - Cm, C#m, Dm, D#m, Em, Fm, F#m, Gm, G#m and half in major keys - C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#), 12 chords progressions (i.e., II-V-I- minor: Am, Cm, Ebm, Gm, and II-V-I- major: A, C, Eb, G, / I-IV-V-I minor: Abm, Bbm, and I-IV-V-I major: Abm, Bbm), and 12 musical excerpts extracted from Peretz et al. (1998) (i.e., six excerpts composed in major keys and six composed in minor keys) were used. All auditory stimuli were recorded in MIDI format, on 84 Beats Per Minute, with piano timbre, and lasted between 3 s and 17 s.

### *Procedure*

#### **Online Form**

Data were collected during an online video call before the MTS procedure started. The online form contained questions about name, age, sex (male/female), educational level (ranging from “Incomplete Secondary school” to “Postgraduate education”), graduation course, and type of sound system used during the procedure (Headphones/Desktop or laptop speaker/Other), quality of the sound system (ranging from “1- very bad” to “5- very good), and music education (no formal education / less than six months of formal education / more than six months of formal education).

#### **Matching-to-sample procedure**

Each trial began with the simultaneous presentation of an auditory sample stimulus (i.e., chords, progressions, or excerpts) and a blue square on the upper central portion of the computer screen. The auditory stimulus was repeated until the participants clicked on the blue square. After the clicking response, two visual comparison stimuli

(i.e., faces, written words, or both combined) were presented on the lower portion of the computer screen. The position of the comparison stimuli varied randomly between the trials. In training steps, clicking on the correct comparison stimulus was followed by the presentation of a green check on the computer screen, and clicking on the incorrect comparison was followed by a red X. In the test steps, differential consequences for correct and incorrect responses were withdrawn. The inter-trial interval was set up at 1000 ms regardless of the block type.

#### *Test Step 1 – Conceptual pretest*

This test step was designed to evaluate whether participants could relate chords, progressions, and excerpts to their respective labels before performing the procedure. To this end, Step 1 was composed of a 24-trial block in which the sample stimuli were 12 chords (i.e., C#, C#m, G#, G#m, F, Fm, G, Gm, F#, F#m, D#, and D#m), six excerpts (i.e., three compositions in major keys and three compositions on minor keys), and six progressions (i.e., A, Am, C, Cm, Ab, and Abm). The comparison stimuli were the written words MAJOR and MINOR. In trials in which major chords, progression, or excerpts were presented as the sample, the correct response was to choose the label MAJOR. Conversely, in trials in which minor chords, progression, or excerpts were presented as the sample, the correct response was to choose the label MINOR. Only participants who demonstrated the absence of these relational skills by achieving less than 60% of correct choices in the entire block were eligible to continue to the next steps.

*Test Step 2 – Emotional pretest*

This test step was designed to evaluate whether participants related chords, excerpts, and progressions with their respective emotional faces. These were prerequisite skills, and only participants with a high percentage of correct choices proceeded to the following steps. Step 2 was composed of an 18-trial block in which the sample stimuli were six chords (i.e., C, Cm, D, Dm, E, and Em), six progressions (i.e., Eb, Ebm, Gb, Gbm, Bb, and Bbm), and six excerpts (three compositions in major keys and three compositions on minor keys – different from the previous step). The comparison stimuli were happy and sad faces. In trials in which major chords, progression, or excerpts were presented, the correct comparison stimulus was the happy faces. Conversely, in trials in which minor chords, progression, or excerpts were presented, the correct comparison stimulus was the sad faces. Participants should achieved 70% or more of correct choices in the block.

*Training Step 3 – Establishing conditional relation with chords*

This training step was designed to teach conditional relations between chords and their respective labels. For this purpose, emotional faces were used along with labels as comparison stimuli to enhance learning in a fading-out procedure. Block 1 was composed of 24 trials in which the sample stimuli were six chords (i.e., C, Cm, D, Dm, E, and Em), and the comparison stimuli were figures compounded of label and face (i.e., MAJOR + happy face and MINOR + sad face). In this block, the transparency of the labels and faces was 50%. In trials in which major chords were presented, the correct comparison stimulus was the MAJOR + happy face figure.

Conversely, in trials in which minor chords were presented, the correct comparison stimulus was the MINOR + sad face figure. The correct comparisons were cued with a green border during the first six trials. The learning criterion was achieving

above 75% of correct choices considering only trials without the green border. Participants could repeat this block up to three times to achieve this criterion. If this percentage was not achieved, the procedure was interrupted, and the participant was dismissed.

Following the same trial organization of Block 1, the fading-out of the face component and fading-in of the label component in comparison stimuli was performed in Blocks 2, 3, and 4. In general terms, the label component of the comparison stimuli became more visible while the face component was gradually removed over the training blocks. In Block 2, the transparency of the face was 75%, and the transparency label was 25%. In Block 3, the transparency of the face was 90%, and the transparency label was 10%. Finally, in Block 4, the faces were withdrawn, and only the labels were presented as comparison stimuli.

Considering that the comparison stimuli were composed of labels and faces, one can expect that the participants' responses were controlled by the well-established conditional relation between chords and faces in the first training blocks. The gradual changes in the comparison stimuli were intended to allow a transfer of control from the chord-face relation to the chord-label relation. In other words, the fading-out of the face component was a condition in which participants could learn to pay attention to the label component instead of the face component of the comparison stimuli and establish this new chord-label relation without many errors.

#### *Test Step 4 – Chords labeling test*

This test step was designed to evaluate whether participants could correctly label the previously trained chords in trials without differential consequences. Step 4 was composed of an 18-trial block in which the sample and the comparison stimuli were the



same used in the last block (i.e., Block 4) of Step 3. There was no exclusion criterion, and all participants proceeded to Step 5.

#### *Test Step 5 – Conceptual posttest*

Step 5 used the same trial organization and stimuli as Step 1. This test step was designed to evaluate the generalization effect of the previous labeling training at two different levels of complexity. First, in the intra-generalization level was evaluated the generalization effects to a new set of chords formed by different root notes (i.e., C#, C#m, G#, G#m, F, Fm, G, Gm, F#, F#m, D#, and D#m). Next, the inter-generalization level evaluated the generalization effect on more complex stimuli such as chord progressions and excerpts. Despite the differences, both stimuli can be categorized as major and minor due to the same functional characteristics of chords.

## **Results**

### *Online Form*

Regarding the educational level, most participants reported being undergraduate students. The only exception was P5, who has a doctoral degree. In addition, most participants were pursuing degrees in human and health sciences; exceptions were P13 and P21, who were STEM students. Specifically, regarding the type of sound system used during the procedure, 21 out of 24 participants reported using headphones. On the other hand, only participants P10, P15, and P16 reported using desktop or laptop speakers. Regarding the sound system's quality, most participants rated their equipment as "Good" or "Very Good". The exceptions were participants P1, P4, P11, P16, and P23, who rated the sound system as "Regular". Only participant P12 rated the sound system as "Bad". Finally, only P4 and P18 reported having music education prior to the experiment (less than six months of formal education).

*Matching-to-sample procedure*

Table 1 shows the percentage of correct choices during Steps 1 and 2, Conceptual and Emotional pretests, respectively. In trials in which the sample stimuli were chords (Chord-trials), the percentage of correct choices ranged from 33.33% (P3, P14, and P22) to 58.33% (P4, P10, P12, P15, P16, P20, and P21). In trials in which the sample stimuli were progressions (Progression-trials), the percentage of correct choices ranged from 33% (P2, P13, and P24) to 66.67% (P3, P5, P9, P15, P17, P21, and P22). Finally, in trials in which the sample stimuli were excerpts (Excerpt-trials), the percentage of correct choices ranged from 0% (P12) to 66.67% (P3, P5, P9, P15, P17, P21, and P22). Additionally, the median values were 50% of the correct choices for all trial types in Step 1.

In the Emotional pretest, participants' median performances were above 66.67% of correct choices in all types of trials. In contrast, some participants performed close to the chance level in at least one type of trial. For example, P3 obtained 50% of correct choices in Chord-trials, and P2, P4, and P20 obtained 50% of correct choices in Progression-trials. Specifically regarding Excerpt-trials, all participants performed above 66.67% of correct choices. The overall results of Step 2 ranged from 72.22% (P3) to 94.44% (P15, P17, and P23) of correct choices.

Table 1

*Percentage of Correct Choices in Conceptual and Emotional Pretests (Steps 1 and 2)*

Participant	Conceptual pretest				Emotional pretest			
	Chords	Progressions	Excerpts	Total	Chords	Progressions	Excerpts	Total
P1	41.67	50	50	45.83	83.33	83.33	100	88.89
P2	41.67	33.33	16.67	33.33	100	50	100	83.33
P3	33.33	66.67	16.67	37.5	50	66.67	100	72.22
P4	58.33	16.67	66.67	50	100	50	100	83.33
P5	50	66.67	66.67	58.33	66.67	66.67	100	77.78
P6	50	50	33.33	45.83	83.33	66.67	83.33	77.78
P7	41.67	50	50	45.83	66.67	83.33	83.33	77.78
P8	50	16.67	66.67	45.83	66.67	83.33	100	83.33
P9	50	66.67	33.33	50	66.67	66.67	100	77.78
P10	58.33	50	50	54.17	100	66.67	100	88.89
P11	41.67	16.67	50	37.5	100	83.33	66.67	83.33
P12	58.33	50	0	41.67	83.33	66.67	100	83.33
P13	41.67	33.33	33.33	37.5	66.67	83.33	83.33	77.78
P14	33.33	50	66.67	45.83	66.67	83.33	100	83.33
P15	58.33	66.67	50	58.33	83.33	100	100	94.44
P16	58.33	50	50	54.17	83.33	83.33	100	88.89
P17	41.67	66.67	33.33	45.83	83.33	100	100	94.44
P18	41.67	50	16.67	37.5	100	100	66.67	88.89
P19	50	50	16.67	41.67	83.33	100	83.33	88.89
P20	58.33	50	50	54.17	83.33	50	100	77.78
P21	58.33	66.67	50	58.33	66.67	83.33	100	83.33
P22	33.33	66.67	50	45.83	66.67	83.33	83.33	77.78
P23	50	50	16.67	41.67	100	83.33	100	94.44
P24	50	33.33	50	45.83	66.67	83.33	100	83.33
Median	50	50	50	45.83	83.33	83.33	100	83.33

Table 2 shows the percentage of correct choices in Steps 3 and 4. Regarding Fading 50%-50% training, participants P11, P12, P14, P15, P16, P17, P21, P23, and P24 needed only one exposure to Block 1 (Blc1) to reach the learning criterion. Their

performances ranged from 87.5% (P11 and P12) to 100% of correct choices (P16). Participants P13, P18, P19, P20, and P22 needed to perform two or three repetitions of Block 1 to reach the same criterion. The remaining participants (P1 to P10) did not reach the learning criterion and did not proceed with the procedure. Regarding Fading 25%-75%, 10%-90%, and 0%-100% training, almost all participants needed only one exposure to each specific training block (i.e., Blc2, 3, and 4, respectively) to reach the criterion. Exceptions were P11, P12, P19, P23, and P24, who performed one repetition of Block 2 (Blc2) in Fading 25%-75% training, and participant P13, who performed two repetitions of Block 3 (Blc3) in Fading 10%-90%, and, finally, participant P19 who performed two repetitions of Block 4 (Blc4) in Fading 0%-100%. Regarding Step 4, most participants achieved performances above 83% of correct choices. The only exception was P19, which performed with 66,67% of correct choices in this step.

Table 2

*Percentage of Correct Choices in Training and Chords Labeling Test (Steps 3 and 4)*

Participant	Fading 50%			Fading 25%			Fading 10%			Fading 0%			Chords Labeling Test
	Blc1	Rp1 Blc1	Rp2 Blc1	Blc2	Rp1 Blc2	Rp2 Blc2	Blc3	Rp1 Blc3	Rp2 Blc3	Blc 4	Rp1 Blc4	Rp2 Blc4	
P1	45.83	79.17	83.33										
P2	45.83	70.83	79.17										
P3	70.83	70.83	75										
P4	66.67	62.5	83.33										
P5	70.83	83.33	83.33										
P6	70.83	70.83	70.83										
P7	75	75	66.67										
P8	83.33	75	83.33										
P9	62.5	70.83	62.5										
P10	66.67	83.33	54.17										
P11	87.5			66.67	83.33								
P12	87.5			83.33	83.33								
P13	83.33	91.67		91.67			79.17	83.33	75				
P14	95.83			95.83			91.67			91.67			94.44
P15	91.67			100			100			100			94.44
P16	100			95.83			95.83			95.83			94.44
P17	95.83			95.83			95.83			100			100
P18	75	91.67		87.5			95.83			95.83			100
P19	66.67	91.67		83.33	87.5		87.5			79.17	79.17	87.5	66.67
P20	70.83	79.17	95.83	95.83			95.83			95.83			94.44
P21	91.67			87.5			87.5			87.5			100
P22	66.67	91.67		97.83			100			87.5			83.33
P23	91.67			83.33	95.83		100			91.67			88.89
P24	91.67			75	95.83		91.67			95.83			83.33

*Note.* Blc = Block / Rp = Repetition

Figure 1 presents the percentage of correct choices in the Conceptual tests before (Step 1) and after (Step 5) exposure to the training procedure for participants from P14 to P24. The results were presented according to the type of trial, that is, Chord-trials (C),

Progression-trials (P), and Excerpt-trials (E). In general, the participants' performances in Step 5 were higher than in Step 1 for all types of sample stimuli. The only exception was P21, which obtained 58.33% of correct choices in Chord-trials in both steps. The median values were also higher in Step 5 (83.33%, 83.33%, and 100% of correct choices in C, P, and E trials, respectively) when compared to Step 1 (50% of correct choices in C, P, and E trials). A series of Wilcoxon tests indicated that the performance in Step 5 was statically higher than Step 1 in C trials ( $Z = -2.812$ ,  $p = 0.005$ ), in P trials ( $Z = -2.971$ ,  $p = 0.003$ ), and in E trials ( $Z = -2.988$ ,  $p = 0.003$ ). In sum, these results suggest that the teaching procedure was effective in promoting chord labeling. Additionally, this procedure promoted intra and inter-generalizations of this ability once the participants could label new chords, progressions, and excerpts without prior training.

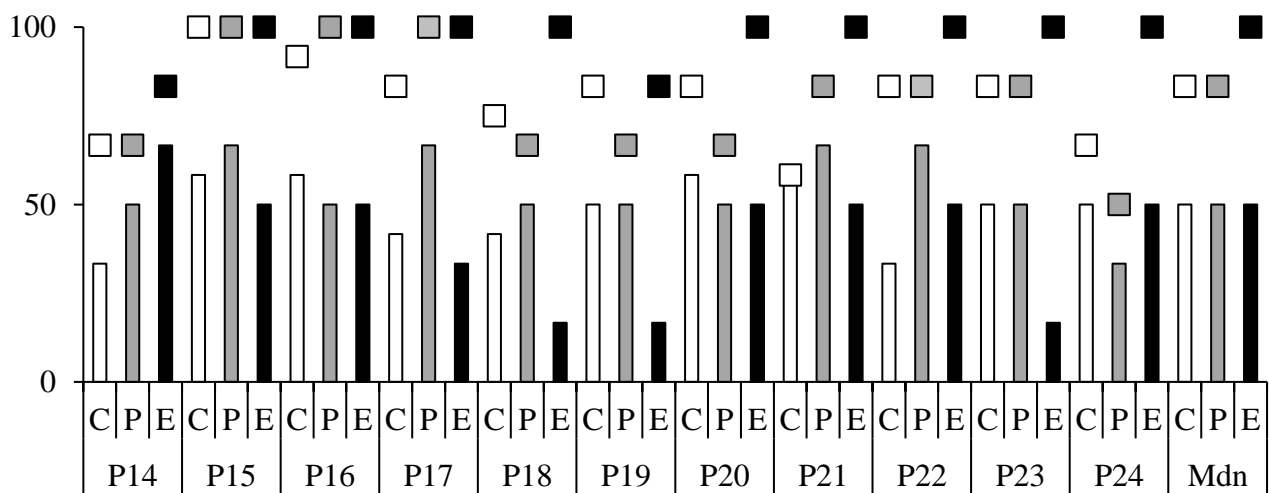


Figure 1. Percentage of correct choices in Steps 1 (Conceptual pretest) and 5 (Conceptual posttest) for participants P14 to P24. *Note.* C = Chord-trials, P = Progression-trials, and E = Excerpts trials.

## Discussion

This study evaluated whether a fading-out matching-to-sample procedure would be useful for teaching conditional relations between major and minor chords and their respective labels (i.e., the written words “MAJOR” and “MINOR”). To that end, participants performed a five-step protocol in which this ability was trained and tested. Specifically regarding the Conceptual pretest (Step 1), the results in Chord-trials were similar to those obtained by Cedro et al. (2019). In our pretest, all participants obtained percentages of correct choices between 33.33% and 58.33%. In Cedro’s pretest, 14 of the 20 participants in Group 1 obtained percentages of correct choices between 45% and 55% in a similar discriminative task. Specifically regarding Excerpt-trials, our results indicated that 18 out of 24 participants obtained percentages of correct choices between 33.33% and 66.67%. A similar pattern was found in Cedro and Huziwara (2023). In their pretest, most participants obtained percentages of correct choices close to the chance level in excerpt labeling trials. Taken together, these results indicated that the Conceptual pretest was able to measure efficiently the ability to relate major and minor chords, progressions, and excerpts to their respective labels. Additionally, the results indicated that this relational ability was absent for most participants in our study and similar studies. However, this pattern was expected since this relational ability requires specific training to be consolidated. Finally, it is important to note that our results were obtained with an online procedure. This aspect enabled data collection with a greater range of participants and with more flexible schedules. Obtaining similar results with different data collection methods seems promising and could be better explored in future research.

Conversely, the results of the Emotional pretest (Step 2) indicated that the majority of the participants could relate happy and sad faces to major and minor chords, progressions, and excerpts, respectively. Specifically regarding the chord-emotion

relationship, there is a robust set of evidence indicating that people of different ages had this relational ability without being exposed to prior training (e.g., Abe et al., 2016; Marin et al., 2015; Pallesen et al., 2005; Weiss et al., 2019). In the study of Marin et al. (2015), for example, adults with typical auditory development ( $N = 13$ ) evaluated major and minor chords using a 7-point Likert scale formed by happy and sad antonyms. The results indicated that the participants consistently related major and minor chords with the happy and sad adjectives, respectively. Despite presenting similar results, there are important differences between our study and that proposed by Marin et al (2015). The first aspect refers to how the emotional assessment of the chords was made. Our study assessed this ability through a computerized task of selecting faces expressing happiness and sadness. In the study by Marin et al., this same ability was assessed using a 7-point Likert scale. The main advantage of using only faces in the emotional assessment is time optimization. By having only two selection options (happy face or sad face), participants performed the discriminative task much more quickly. On the other hand, the results cannot capture the nuances of the emotional assessment obtained through the scales. In the scales, it is possible to assess each stimulus's level of happiness and sadness with greater precision. For example, through the scales, the participant can evaluate a chord as not very happy (point 5), happy (point 6), or extremely happy (point 7). This gradation cannot be achieved in MTS tasks. Despite these differences, it should be noted that both types of procedures were able to assess the emotional valence of chords. The presence of this ability was fundamental since the rationale behind the present fading-out matching-to-sample procedure was precisely to use this consolidated chord-emotion ability to teach a new set of relations, specifically, the relations between chords and their respective labels.

There is already evidence suggesting that the accurate identification of the emotional aspects of music facilitates the labeling process of musical stimuli. In



Experiment 1 conducted by Thompson and Opfer (2012), for example, 64 adults rated 16 musical scales and melodies in emotional terms using an 11-point Likert scale. Afterward, they underwent a teaching procedure in which they were taught to label 32 excerpts as major or minor. The results indicated that the participants who performed better on the emotional identification task also performed better on the labeling task. In other words, the results indicated that the ability to identify emotional aspects of musical passages facilitated the process of acquiring the ability to label these same stimuli. This result is particularly important and served as a guide for the proposition of the present experiment. Our results expand the findings found by Thompson and Opfer since we demonstrate the importance of emotional evaluation of musical stimuli at its most primordial level, which is the chord level. Furthermore, our results demonstrate that associating chords with their respective emotions was fundamental in labeling these same elements, just as the ability to relate excerpts to their respective emotion was fundamental in the experiment proposed by Thompson and Opfer.

Regarding Step 3, only 11 participants performed all training blocks (P14 to P24) and proceeded to Step 4. Although this number is considerably low (11 out of 24 participants), it represents an improvement over the procedure proposed by Cedro et al. (2019). In this last procedure, only five out of 20 participants performed all training blocks and proceeded to the last generalization test. Additionally, our procedure seems to reduce the number of errors over the training blocks considerably. Most of our participants made over 80% of correct choices in Blc1, 2, 3, and 4. These results suggest that the fading-out matching-to-sample procedure seems more suitable for teaching chords-labeling when compared to a multiple-exemplar-training (MET) as proposed by Cedro. Ten out of the 24 participants (P1 to P10) did not reach the criterion in the first training block. This aspect is particularly important, as it indicates that the emotional cue

may not have been enough to facilitate the labeling process. Perhaps most impressive, the emotional classification and the labeling are based on discrimination of the same portion of the chords (the second note of major and minor chords). This difference seems to control responding in tasks involving musical chords and emotional evaluations (chord-face relationship) but not in tasks involving chords and their respective labels. The explanation for this phenomenon remains open for future research. A possible strategy to overcome this obstacle could be to use other musical stimuli, such as excerpts, to teach the ability to discriminate between major and minor concepts. Evidence in the literature points out that using musical excerpts, mainly contemporary ones, enriches students' learning (e.g., Alldahl & Alphonse, 1974; MackLachlan, 2011). Furthermore, as verified in the present study and in Thompson and Opfer (2012), such ability is easily generalizable to stimuli of the same tonal nature (i.e., major and minor scales and chords). Therefore, future research could teach the labeling of major and minor excerpts through a fading out procedure and verify the generalization of this concept to chords, progressions, and scales of the same nature.

Despite representing a methodological advance, some aspects need to be considered in future research that uses the fading-out procedure to teach chord labeling. The first aspect refers to how the data were collected. Due to the COVID-19 pandemic, our data were collected online and remotely. As a result, it was difficult to control how the musical stimuli were presented to the participants. Even so, the results obtained in the present study indicate that this aspect did not interfere with the teaching process. One of the ways that we found to minimize these effects was to ask the participants to evaluate the sound system quality used during the data collection. Although the majority rated the quality as "good" or "very good", some participants rated their respective equipment as "regular" or "bad" (e.g., P1, P4, P11, P12, P16, and P23). Specifically for these

participants, such evaluations could indicate that the auditory stimuli were not presented with good quality. If this control is carried out, future research may obtain even better results than ours. It is worth noting that this type of control has already been carried out in research involving the presentation of musical chords (e.g., Cedro et al., 2019; Huziwara et al., 2022). In the study by Huziwara et al. (2022), 40 undergraduate students performed an affective priming task with consonant and dissonant chords. All auditory stimuli were presented through the same high-fidelity stereo headphones, which ensured that the stimuli were presented with the same quality for all participants. Complementarily, all data were collected in a low-noise room with good lighting. Adopting these same parameters in future research may further enhance the results presented in the present study.

The results obtained in Step 5 indicated intra and inter-generalization of the chord labeling ability. These results were expressive and have not been reported in previous studies that taught musical skills (e.g., Cedro et al., 2019). Specifically regarding intra-generalization, the results indicated that almost all participants could label a new set of chords (i.e., chords with different root notes) without prior training. The statistical differences between the Chord trials of Steps 1 and 5 confirm this generalization effect. Specifically regarding inter-generalization, the results indicated that almost all participants could label progressions and musical excerpts without prior training. Again, the statistical analyzes performed on the Progression-trials and Excerpts-trials of Steps 1 and 5 confirm this generalization effect. A similar result was found in Cedro e Huziwara (2013). In this study, 20 undergraduate students participated in an excerpt labeling procedure. In the training blocks, participants were taught to conditionally relate major and minor excerpts to MAJOR and MINOR labels, respectively. The generalization effect on new excerpts and progression was verified in a series of intercalated tests. The results

indicated an intra-generalization (generalization excerpts-new excerpts) and an inter-generalization effect (generalization excerpts-progressions). In this sense, our results and Cedro and Huziwara's ones indicated a remarkable generalization effect of the MAJOR and MINOR concepts. Although surprising, this result is justified by the functional similarities between chords, progressions and excerpts (Schmeling, 2011). In general, major and minor progressions are mostly formed by major and minor chords, respectively. Similarly, musical excerpts in major and minor keys have predominantly major and minor chords in their composition, also respectively.

### **Conclusion**

Despite being preliminary and obtained with a small sample, the results in the present study indicate that the chord labeling training was able to teach the concepts of major and minor to non-musician participants. Additionally, our training promoted the generalization of this ability to major and minor musical excerpts and progressions.

### **References**

- Abe, D., Arai, M., & Itokawa, M. (2016). Music-evoked emotions in Schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *185*, 144-147.
- Agustus, J. L., Mahoney, C. J., Downey, L. E., Omar, R., Cohen, M., White, M. J., Scott, S. K., Mancini, L., & Warren, J. D. (2015). Functional MRI of music emotion processing in frontotemporal dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1337*, 232-240.
- Alldahl, P. G., & Alphonse, B. (1974). Teaching music theory: The European Conservatory. *Journal of Music Theory*, *18*, 111-122.
- Almeida-Verdu, A. C., Huziwara, E. M., De Souza, D. G., De Rose, J. C., Bevilacqua,

- M. C., Lopes Jr, J., Alves, C. O., & McIlvane, W. J. (2008). Relational learning in children with deafness and cochlear implants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *89*, 407-424.
- Bakker, D. R., & Martin, F. H. (2015). Musical chords and emotion: Major and minor triads are processed for emotion. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *15*, 15-31.
- Cedro, A. M., Borges, J., Diniz, M. L. N., Rodrigues, R. M., Rico, V. V., Leme, A. C., & Huziwara, E. M. (2019). Evaluating Concept Formation in Multiple Exemplar Training with Musical Chords. *The Psychological Record*, *69*, 379-391.
- Cedro, A. M. & Huziwara, E. M. (2023). Labeling generalization of musical stimuli due to the Keys.
- Dalla Bella, S. D., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*, *80*, B1-B10.
- Hevner, K. (1935). The affective character of the major and minor modes in music. *The American Journal of Psychology*, *47*, 103-118.
- Hunter, P. G., Schellenberg, E. G., & Schimmack, U. (2010). Feelings and perceptions of happiness and sadness induced by music: similarities, differences, and mixed emotions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *4*, 47-56.
- Juslin, P. N., & Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code?. *Psychological Bulletin*, *129*, 770.

- Kastner, M. P., & Crowder, R. G. (1990). Perception of the major/minor distinction: IV. emotional connotations in young children. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 8, 189-202.
- Koelsch, S. (2005). Investigating emotion with music: neuroscientific approaches. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 412-418.
- Lahdelma, I., & Eerola, T. (2016). Mild dissonance preferred over consonance in single chord perception. *i-Perception*, 7, 1-21.
- MackLachlan, H. (2011). Teaching traditional music theory with popular songs. In N. Biamonte (Ed.), *Pop-culture pedagogy in the music classroom: teaching tools from american idol to youtube* (pp. 73-90). Plymouth/UK. The Scarecrow Press.
- McDermott, J. H., Schultz, A. F., Undurraga, E. A., & Godoy, R. A. (2016). Indifference to dissonance in native Amazonians reveals cultural variation in music perception. *Nature*, 535, 547-550.
- Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2005). Emotion processing of major, minor, and dissonant chords: a functional magnetic resonance imaging study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 450-453.
- Peretz, I., Gagnon, L., & Bouchard, B. (1998). Music and emotion: perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition*, 68, 111-141.
- Picanoço, C. R. F. (2017). Stimulus control (0.0.4.13). Disponível em [https://github.com/cpicanco/stimulus\\_control](https://github.com/cpicanco/stimulus_control)

- Scherer, K. R. (1995). Expression of emotion in voice and music. *Journal of Voice*, 9, 235-248.
- Schmeling, P. (2011). *Berklee music theory: Books 1 & 2*. Los Angeles, CA: Berklee Press.
- Sidman, M., & Stoddard, L. T. (1967). The effectiveness of fading in programming a simultaneous form discrimination for retarded children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 3–15.
- Terrace, H. S. (1963a). Discrimination learning with and without “errors”. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 1–27.
- Terrace, H. S. (1963b). Errorless transfer of a discrimination across two continua. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 223–32
- Weiss, M. W., Cirelli, L. K., McDermott, J. H., & Trehub, S. E. (2019). Development of consonance preferences in Western listeners. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149, 634–649
- Zhou, L., Liu, F., Jiang, J., & Jiang, C. (2019). Impaired emotional processing of chords in congenital amusia: electrophysiological and behavioral evidence. *Brain and Cognition*, 135, 1-11.

### **Artigo 3: Transferência de função em classes de equivalência com acordes musicais**

Um acorde é um elemento musical formado por duas ou mais notas tocadas simultaneamente (Schmeling, 2011). Em termos funcionais, um acorde pode ser classificado como sendo maior ou menor. Um acorde maior é formado pela combinação das notas (i) fundamental, (ii) a nota distante um intervalo de terça maior em relação a fundamental e (iii) a nota distante um intervalo de quinta justa em relação a fundamental. De maneira semelhante, um acorde menor é formado pela combinação entre nota fundamental (i), a nota distante um intervalo de terça menor em relação a fundamental (ii) e a nota distante um intervalo de quinta justa em relação a fundamental (iii). A única diferença entre os acordes maiores e os acordes menores é a segunda nota que constitui cada um deles. Apesar dessa diferença sutil, ambos os acordes são classificados de maneiras distintas em relação ao seu aspecto emocional. Os acordes maiores são classificados como felizes e os acordes menores são classificados como tristes (Juslin & Laukka, 2003; Pallesen et al., 2005; Zhou et al., 2019).

No Experimento 3 proposto por Zhou et al. (2019), por exemplo, 32 participantes avaliaram emocionalmente 24 acordes maiores e 24 acordes menores. A tarefa consistia em ouvir cada um dos acordes de maneira isolada e avaliá-los individualmente por meio de uma escala Likert de sete pontos. Essa escala era formada pelos pares de antônimos Feliz-Triste. Se os participantes selecionassem o ponto 7 da escala, eles indicariam que o acorde em questão era extremamente feliz. De maneira oposta, se eles selecionassem o ponto 1, eles indicariam que esse mesmo acorde era extremamente triste. A seleção do ponto 4 indicaria que esse acorde é emocionalmente indiferente ou neutro. Por fim, os participantes poderiam selecionar pontos intermediários (i.e., 2, 3, 5 e 6) para indicar níveis também intermediários das emoções evocadas. Os resultados obtidos indicaram que os participantes com desenvolvimento auditivo típico avaliaram os acordes maiores



como sendo felizes e os acordes menores como sendo tristes. Resultados semelhantes também foram encontrados em estudos com músicos e não-músicos (Pallesen et al., 2015) e com participantes epiléticos (Omigie et al., 2014).

Estudos recentes dentro da perspectiva analítico-comportamental parecem estar particularmente interessados na transferência de função de aspectos emocionais em classes de equivalência de estímulos (Bortoloti & de Rose, 2009, 2011, 2012). O paradigma de equivalência de estímulos (Sidman & Tailby., 1982), entre outros aspectos, estabelece um conjunto de critérios operacionais para a verificação de relações consideradas simbólicas (Bortoloti e de Rose, 2008). Relações simbólicas são relações entre estímulos fisicamente distintos e que, a despeito dessa diferença física, se tornam equivalentes/substituíveis por meio de uma história de aprendizado de relações condicionais. Por exemplo, não há similaridade física entre a palavra escrita RATO e a palavra falada “rato”. Entretanto, ambos os estímulos se referem ao mesmo organismo, o animal rato. Em certos contextos, dizer a palavra “rato” e escrevê-la pode significar exatamente a mesma coisa para os membros de uma mesma comunidade verbal. De acordo com o paradigma de equivalência de estímulos, é possível dizer, nesse exemplo, que a palavra escrita RATO, a palavra falada “rato” e o animal tornaram-se membros da mesma classe de equivalência.

Para além dessas definições iniciais, um efeito frequentemente verificado em classes de equivalência de estímulos é a transferência de função. Entende-se transferência de função como o processo comportamental por meio do qual um estímulo adquire a função discriminativa de outro (de Azevedo et al., 2021). Em outras palavras, um estímulo transfere seu “significado” para outro que foi diretamente emparelhado com ele (Bortoloti e de Rose, 2008). No exemplo anterior, a transferência de função ocorreria caso uma determinada pessoa passasse por uma experiência traumática com um rato. Por serem

membros da mesma classe de estímulos, é possível que no futuro apenas a palavra escrita ou a palavra falada “rato” sejam capazes de eliciar respostas emocionais semelhantes aquelas presentes no momento do trauma, demonstrando assim a transferência de função entre esses estímulos.

No Experimento 1 conduzido por Bortoloti e de Rose (2009), 15 participantes adultos realizaram um procedimento de *matching-to-sample* (MTS) para o estabelecimento de três classes de equivalência de estímulos. O conjunto A era composto por expressões faciais de raiva (A1), expressões neutras (A2) e por expressões faciais de felicidade (A3). Os conjuntos B (B1, B2 e B3), C (C1, C2 e C3) e D (D1, D2 e D3) eram compostos por figuras abstratas. O treino era composto vários blocos nos quais eram treinadas as relações AB (A1B1, A2B2 e A3B3), AC (A1C1, A2C2 e A3C3) e CD (C1D1, C2D2 e C3D3). Os participantes que obtivessem os critérios de treino, eram expostos aos blocos de testes para a verificação da emergência das relações de equivalência BD e DB. Após essa etapa, os participantes eram expostos a etapa de avaliação emocional dos estímulos do conjunto D. Essa avaliação era feita por meio do diferencial semântico proposto pelos autores. Os resultados obtidos indicaram que os participantes avaliaram a figura abstrata relacionada as faces felizes de maneira mais positiva quando comparada a figura abstrata relacionada as faces raivosas e que ambas avaliações foram distintas daquelas feitas por um grupo controle que apenas avaliou os estímulos abstratos sem ter sido exposto ao treino de formação de classes. Em outras palavras, os resultados indicaram que ocorreu a transferência de função dos aspectos emocionais das faces para as figuras abstratas por meio da equivalência de estímulos.

Numa replicação sistemática do procedimento proposto por Bortoloti e de Rose (2009), Martins et al. (2023) investigaram a transferência de função entre trechos musicais e figuras abstratas. Para tal, 10 participantes adultos foram expostos a um treino

de MTS para o estabelecimento de três classes de equivalência. O conjunto A era composto por trechos musicais maiores (A1) e por trechos musicais menores (A2). Assim como acontece com os acordes musicais, trechos maiores e menores também são frequentemente associados às emoções de felicidade e tristeza, respectivamente (Dalla Bella et al., 2001; Hevner, 1935; Kastner & Crowder, 1990). Os conjuntos B, C e D eram compostos por figuras abstratas. Após a realização de todos os blocos de treino e de teste, os participantes eram expostos a uma etapa de avaliação emocional dos estímulos do conjunto D. O instrumento utilizado foi o mesmo diferencial semântico utilizado por Bortoloti e de Rose. Os resultados obtidos indicaram que os participantes avaliaram a figura abstrata relacionada aos trechos maiores de maneira mais positiva quando comparada a figura abstrata relacionada aos trechos menores e que ambas avaliações foram distintas daquelas feitas por grupo controle que, a exemplo do experimento de Bortoloti e de Rose, avaliaram os estímulos abstratos sem terem sido previamente expostos ao procedimento de formação de classes. Em outras palavras, os resultados indicaram que o conteúdo emocional dos trechos maiores e menores foram transferidos por equivalência de estímulos aos estímulos do conjunto D.

Como mencionado anteriormente, os estudos de Bortoloti e de Rose (2009) e de Martins et al. (2023) utilizaram o mesmo diferencial semântico na avaliação emocional dos seus estímulos. De maneira geral, esse instrumento é composto por 13 escalas Likert de sete pontos cada. Num estudo de validação desse instrumento, foi verificada a existência de duas dimensões (Almeida et al., 2014). A dimensão de avaliação é formada pelos pares feliz-triste, relaxado-tenso, áspero-liso, bonito-feio, leve-pesado, positivo-negativo, macio-duro, bom-mau, agradável-desagradável. A dimensão de potência, por sua vez, é formada pelos pares rico-pobre, dominante-submisso, rápido-lento, ativo-

passivo. Em ambos os estudos, o diferencial semântico se mostrou sensível em medir a transferência de função entre estímulos de uma mesma classe de equivalência.

Diante dos resultados anteriormente apresentados, um caminho natural para o avanço do conhecimento parece ser a investigação da transferência de função com outros estímulos, principalmente com estímulos musicais. Nesse sentido, investigar a transferência de função com acordes musicais apresenta-se como um caminho viável. Os acordes são particularmente importantes uma vez que são os menores elementos musicais que podem ser classificados em termos emocionais (Bakker & Marin et al., 2015; Oelmann & Laeng, 2009). Para além disso, os acordes são elementos fundamentais na interpretação e na composição musical e são frequentemente utilizados para impactar emocionalmente os ouvintes. Assim sendo, compreender a formação de classes e a transferência de função com esses estímulos possibilitaria entender, em última instância, como os acordes se relacionam com outros estímulos dentro de uma rede de relações simbólicas e também como os acordes são capazes de influenciar e controlar o comportamento dos ouvintes. Diante do que foi anteriormente exposto, o objetivo do presente trabalho foi investigar a formação de classes de equivalência e a transferência de função com acordes musicais em um procedimento de MTS com estudantes universitários.

## **Método**

### **Participantes**

Participaram do estudo 37 estudantes universitários com idades entre 18 e 25 anos, sendo 22 mulheres. Os participantes foram divididos no grupo Controle (N = 30) e no grupo Experimental (N = 7). Não havia restrição em relação ao nível de instrução musical e todos os participantes tiveram acesso e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os procedimentos foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética

da Universidade Federal de Minas Gerais (n° do processo: CAAE 44508615.2.0000.5149).

### **Local e Equipamentos**

A coleta de dados foi realizada em uma sala de 2 m x 1,5 m com baixo nível de ruído e com boa iluminação. Três computadores com *mouse*, teclado e telas de 23” foram utilizados para o registro da tarefa e para a apresentação dos estímulos auditivos e visuais. Todos os estímulos do diferencial semântico foram apresentados utilizando-se um *software* de apresentação de slides. Para as tarefas de MTS, foi utilizado o *software* Stimulus Control (Picanço, 2017) a programação e apresentação dos estímulos. Os estímulos auditivos foram reproduzidos em fones de ouvido de alta fidelidade, bilaterais e que com faixa de frequência entre 10 Hz e 20 kHz e impedância de 32 ohms.

Os estímulos visuais foram seis figuras abstratas retiradas do estudo conduzido por Dube e Hiris (1999). Essas figuras foram agrupadas nos conjuntos B (B1 e B2), C (C1 e C2) e D (D1 e D2). Os estímulos auditivos foram seis acordes musicais (três acordes maiores: C, D e E / três acordes menores: Cm, Dm e Em). Os acordes maiores foram agrupados no conjunto A1 e os acordes menores foram agrupados no Conjunto A2. Todos os acordes foram compostos na faixa de frequência do Dó central (261,2 Hz), em formato MIDI e com duração de 3 segundos cada.

Adicionalmente, foi utilizado o diferencial semântico validado por Almeida et al. (2014). Esse instrumento foi apresentado em folhas de papel A4 nas quais os participantes realizavam a avaliação emocional de cada um dos estímulos.

### **Procedimento**

*Estabelecimento de classes de equivalência para os participantes do grupo Experimental*

Nessa etapa, cada tentativa se iniciava com a apresentação de um estímulo modelo (auditivo ou visual) na parte superior da tela do computador. Após os participantes clicarem sob o estímulo modelo, eram apresentados dois estímulos de comparação. Nas tentativas em que eram apresentados estímulos modelo auditivos, um quadrado preto era apresentado no topo da tela e o estímulo se repetia até o momento em que o participante clicasse sobre ele. Nas tentativas de treino, a resposta de clicar sob o estímulo de comparação correto era conseqüenciada com a apresentação de um *check* verde na tela do computador. Em seguida, era apresentado um intervalo entre tentativas (IET) de 1 segundo. De maneira oposta, a resposta de clicar sob o estímulo de comparação incorreta era conseqüenciada com a apresentação de um X vermelho, mas era acompanhada pelo mesmo IET. Os estímulos de comparação eram apresentados nos cantos inferiores da tela do computador. Nas tentativas de teste, as conseqüências diferenciais não eram apresentadas, sendo apresentados apenas o IET.

***Treino de Linha de Base.*** Essa etapa iniciava-se com a seguinte instrução “*Você vai começar agora uma etapa de treino! O objetivo desta etapa é te ensinar a relacionar acordes musicais a figuras abstratas. Após ouvir cada acorde, você precisará clicar no quadro preto que aparecerá na tela. Feito isso, duas opções de escolha serão apresentadas. Neste primeiro momento, o programa vai te indicar, por meio de uma moldura verde, qual figura deverá ser escolhida ao ouvir cada um dos acordes. Após algumas tentativas, a opção correta não será mais sinalizada, portanto, fique atento (a)! Além disso, um "Check" verde será apresentado sempre que você fizer uma escolha correta e um "X" vermelho aparecerá na tela sempre que você fizer uma escolha incorreta. Vamos começar? Pressione a barra de espaço para prosseguir.*”

Após a apresentação da instrução, iniciava-se o treino AB. Nesse treino, os participantes foram expostos a 24 tentativas nas quais os estímulos modelo eram acordes

maiores (A1) e acordes menores (A2). Nessas tentativas, os estímulos de comparação eram duas figuras abstratas retiradas de Dube e Hiris (1999) (B1 e B2). A posição dos estímulos de comparação variava de maneira semi-aleatória entre as tentativas, sendo que a restrição consistia em não apresentar o estímulo de comparação correto por mais de três vezes na mesma posição. As relações A1B1 e A2B2 foram apresentadas 12 vezes cada e também de maneira semi-aleatória ao longo de todo o bloco de treino.

Para facilitar a aquisição da habilidade condicional de relacionar acordes a figuras abstratas, as seis primeiras tentativas possuíam uma moldura verde indicando o estímulo de comparação correto. Essa dica não estava disponível entre as tentativas 9 e 24. O critério para passar para a etapa seguinte era obter 75% de acertos nas relações A1B1 e A2B2 individualmente. Além disso, esse critério era aplicado apenas nas tentativas sem dicas. Caso não obtivessem o critério de acertos, os participantes poderiam repetir o treino AB por até duas vezes.

Os treinos AC e CD possuíam a mesma organização de tentativas e os mesmos critérios estabelecidos para o treino AB. No treino AC, foram ensinadas as relações A1C1 e A2C2 e no treino CD foram ensinadas as relações C1D1 e C2D2. Após a realização dos treinos AB, AC e CD, os participantes realizavam um bloco de treino misto com todas as relações anteriormente treinadas (relações AB, AC e CD). Esse treino era composto por 36 tentativas - 12 tentativas AB, 12 tentativas AC e 12 tentativas CD, intercaladas entre si. Excepcionalmente, não eram apresentadas dicas nesse treino e o critério para passar para a etapa seguinte era obter 83% de acertos. Essa etapa também poderia ser repetida por até duas vezes.

A etapa seguinte era a linha de base em extinção (L.B. Extinção). Essa etapa possuía a mesma organização de tentativas e de critérios do treino ABACCD, com exceção de que nessa etapa não eram apresentadas consequências diferenciais para erros

e acertos. Esse bloco servia como uma preparação para o bloco de teste de equivalência, que é realizado sem reforçamento. O critério estabelecido era de 83% de acertos. Caso ele não fosse atingido, o procedimento era interrompido.

***Teste de Equivalência.*** Essa etapa iniciava-se com a seguinte instrução: “*Você chegou agora a Última etapa de teste! Agora você não será avisado quando acertar ou errar, tudo bem? Pressione a barra de espaço para começar.*”.

Após a apresentação da instrução, os participantes eram expostos a um bloco de teste de 24 tentativas – 12 tentativas BD e 12 tentativas DB intercaladas entre si. O critério para passar de etapa era obter 83% de acertos. Caso o participante não obtivesse esse critério, ele era exposto novamente ao treino ABACCD (com reforçamento) e o teste era repetido. Esse treino complementar e a consequente repetição do teste poderia ser feito por até duas vezes.

#### ***Aplicação do Diferencial Semântico.***

A versão validada por Almeida et al. (2014) do diferencial semântico foi aplicada para o grupo Experimental e para o grupo Controle. Os participantes do grupo Experimental avaliaram os estímulos D1 e D2 logo após o término da etapa de estabelecimento de classes de equivalência. Os participantes do grupo Controle avaliaram os estímulos A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 e D2 sem serem expostos as etapas de treino anteriormente descritas. Para controlar possíveis efeitos de fadiga, os participantes do grupo Controle avaliaram apenas seis estímulos dos 12 disponíveis. Por exemplo, um participante avaliava os estímulos B1, C2 e D1. O participante seguinte, por sua vez, avaliava os estímulos B2, C1 e D2. Ao final, cada estímulo possuía um total de 15 avaliações feitas.



A tarefa se iniciava com a seguinte instrução na tela do computador “*A tarefa a seguir é muito simples! Você precisará apenas avaliar estímulos auditivos e visuais por meio de escalas impressas em folhas A4. Para essa avaliação, basta selecionar, dentro de cada uma das escalas, o ponto que melhor qualifica cada um dos estímulos. Ao todo, serão 12 estímulos e a ordem de apresentação deles será aleatória! Qualquer dúvida, chame o pesquisador!*”.

Após a apresentação dessa instrução, os participantes avaliaram cada um dos estímulos individualmente por meio dos diferenciais semânticos. Nas avaliações que envolviam estímulos auditivos, os participantes poderiam escutar cada estímulo quantas vezes julgassem pertinente. Nas avaliações que envolviam estímulos visuais, o estímulo ficava presente na tela até que o participante avançasse para o slide seguinte e iniciasse uma nova avaliação. Enquanto os participantes respondiam as escalas, os estímulos (visual ou auditivo) estavam sempre disponíveis.

## **Resultados**

A Figura 1 apresenta os resultados dos participantes do grupo Experimental ao longo das etapas de treino e de testes. De maneira geral, os participantes realizaram cada treino uma única vez. Exceção feita aos participantes P3, P6 e P7, que repetiram o treino AB. Além disso, o participante P7 precisou repetir o treino AC uma vez. Em relação a linha de base em extinção (L.B. Extinção) e ao teste de equivalência, a maioria dos participantes obteve percentuais de acertos acima de 90% em todos os blocos. Exceção feita aos participantes P3, P5 e P7 que obtiveram 88,89% de acertos na L.B. Extinção

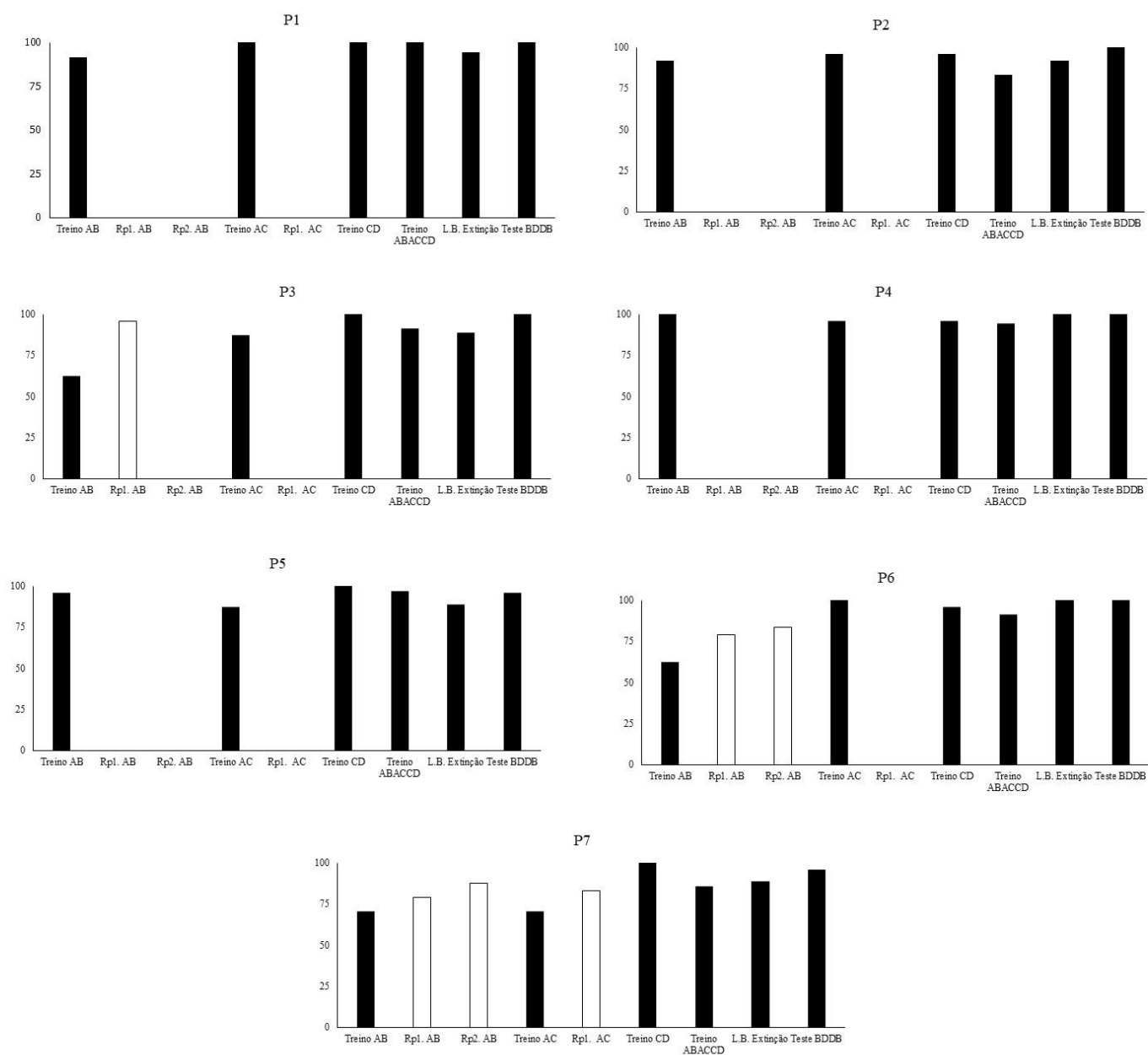


Figura 1. Resultados do treino e dos testes de equivalência por participante. As barras pretas representam a primeira execução de cada uma das etapas e as barras brancas representam as respectivas repetições.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos no diferencial semântico. As linhas sólidas com quadrados pretos indicam os resultados obtidos pelos participantes do grupo Controle (G1). As linhas hachuradas indicam os resultados dos participantes do grupo Experimental (G2). Em relação a D1, é possível observar que as avaliações feitas pelo G2 foram mais positivas e com valores de valência acima de 0. Em contrapartida, as avaliações feitas pelo G1 foram mais negativas e com valores de valência menores que 0. O teste de Mann-Whitney indicou que a mediana das avaliações feitas pelo G2 (Mdn = 1) foi significativamente maior que mediana das avaliações feitas pelo G1 (Mdn = -1),  $U = 17.000, p < 0.001$ .

Em relação a D2, é possível observar que as avaliações de G2 foram mais negativas quando comparadas as avaliações de G1. Entretanto, por inspeção visual, as amplitudes das avaliações de ambos os grupos foram muito próximas. Apesar disso, o teste de Mann-Whitney indicou que a mediana das avaliações feitas pelo G2 (Mdn = -1) foi marginalmente menor que mediana das avaliações feitas pelo G1 (Mdn = -1),  $U = 51.000, p = 0.07$ .

Em relação as avaliações dos estímulos A1 e A2 feitas pelo grupo Controle, é possível perceber que, de maneira geral, os estímulos A1 (acordes maiores) foram avaliados com valências mais positivas quando comparados aos estímulos A2 (acordes menores). As únicas exceções são os pares de adjetivos bonito-feio, rico-pobre, dominante-submisso que foram avaliados com a mesma valência. O teste Wilcoxon indicou que as avaliações de A1 (Mdn = 1) foram estatisticamente superiores que as avaliações de A2 (Mdn = -1) para os participantes do grupo Controle,  $Z = 1.5, p = 0.019$ .

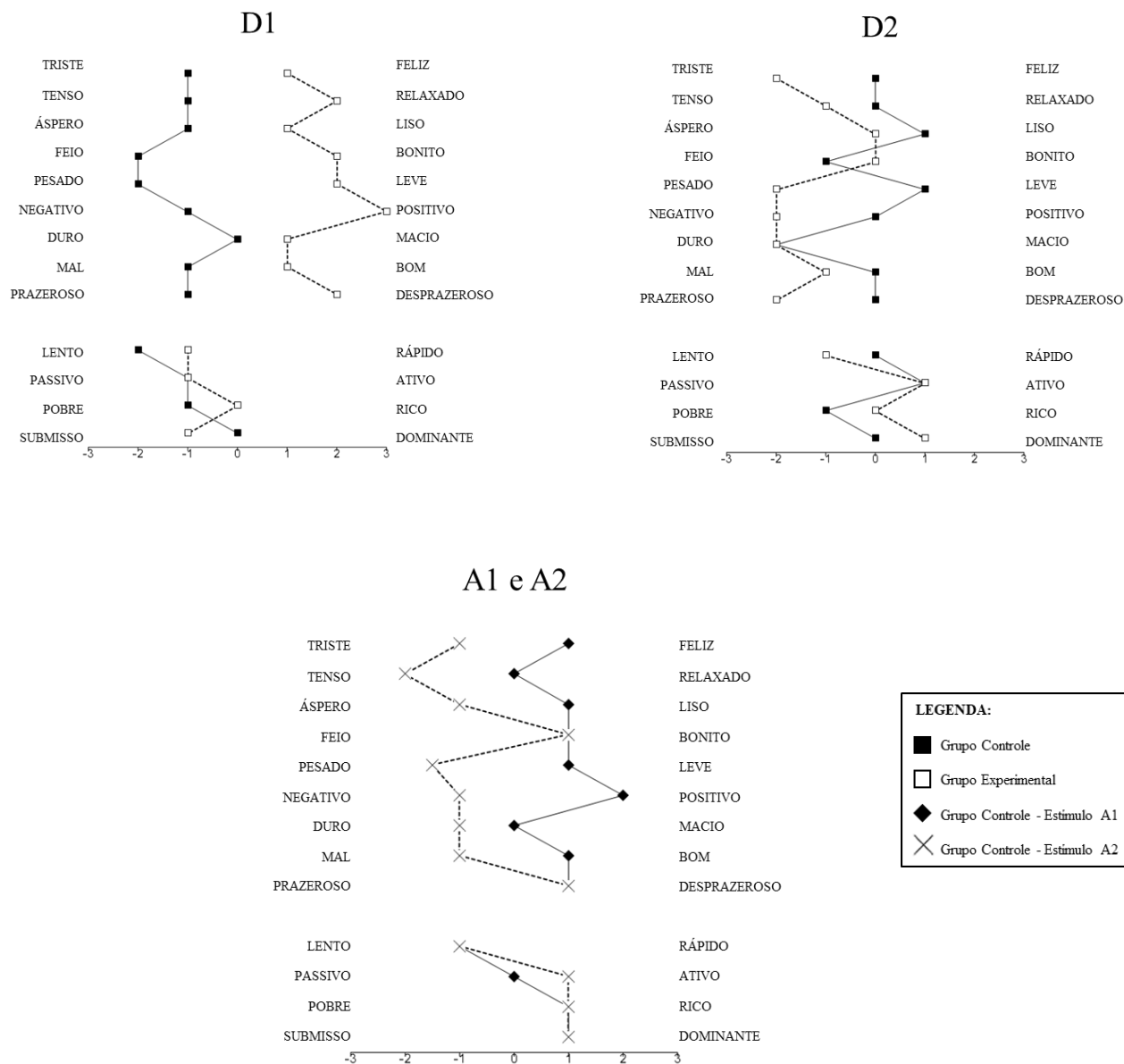


Figura 2. Avaliação dos estímulos A1, A2, D1 e D2 feitas pelos grupos Experimental e Controle. As linhas sólidas com quadrados pretos indicam os resultados obtidos pelos participantes do Grupo Controle (G1) e as linhas hachuradas indicam os resultados dos participantes do Grupo Experimental (G2).

## Discussão

O presente estudo avaliou a formação de classes de equivalência e a transferência de função de acordes musicais maiores e menores para figuras abstratas em participantes universitários. Os resultados obtidos indicaram diferenças entre as avaliações feitas pelos

grupos Experimental e Controle dos estímulos D1 e D2 (efeito marginalmente significativo). De maneira geral, para os participantes do grupo Experimental, o estímulo D1 foi majoritariamente associado a adjetivos de valência positiva e o estímulo D2 foi majoritariamente associado a adjetivos de valência negativa. Esses padrões indicaram a transferência da função discriminativa dos estímulos A1 e A2 para os estímulos D1 e D2, respectivamente. A função discriminativa dos estímulos do conjunto A1 foi a de evocar respostas de avaliação de valência positiva para os acordes maiores. A função discriminativa dos estímulos do conjunto A2 foi a de evocar respostas de avaliação de valência negativa para os acordes menores. Ambas as funções foram transferidas para os estímulos D1 e D2, respectivamente. Essas funções são amplamente demonstradas na literatura, sendo os acordes maiores comumente associados a adjetivos de valência positiva e os acordes menores comumente associados a adjetivos de valência negativa (e.g., Juslin & Laukka, 2003; Pallesen et al., 2005)

Ainda sobre as avaliações de D1 e D2, um fator que poderia explicar a ocorrência de transferência de função na classe 1 e a ocorrência menos robusta na classe 2 é a estabilidade temporal das classes de equivalência que envolvem estímulos emocionais. No estudo conduzido por Silveira et al. (2016), por exemplo, 17 participantes do grupo Experimental realizaram um procedimento de MTS para o estabelecimento de três classes de equivalência (A1B1C1D1, A2B2C2D2 e A3B3C3D3). Os estímulos do conjunto A1 foram faces expressando felicidade e os estímulos dos conjuntos A2 e A3 foram faces expressando raiva e neutralidade, respectivamente. Após o procedimento de MTS, os participantes avaliaram os estímulos D1, D2 e D3 por meio do diferencial semântico validado por Almeida et al. (2014). Os resultados obtidos indicaram a transferência de função entre os estímulos, tendo os estímulos D1, D2 e D3 adquirido as funções discriminativas dos estímulos A1, A2 e A3, respectivamente. Num *follow-up* realizado

um mês depois, foi constatado que 11 participantes mantiveram suas avaliações dos estímulos D1. Com relação aos estímulos D2 e D3, apenas seis e oito participantes mantiveram suas avaliações, também respectivamente. Esses resultados parecem indicar que as classes de equivalência formadas por estímulos categorizados como sendo felizes são mais estáveis ao longo do tempo, principalmente quando comparadas as classes formadas por estímulos categorizados como neutros e raivosos. Em certo sentido, esses resultados podem ser utilizados para explicar os padrões de transferência de função obtidos no presente estudo. Nos nossos resultados, por exemplo, a classe que apresentou a transferência de função mais robusta foi formada por acordes maiores, estímulos frequentemente categorizados como felizes (Pallesen et al., 2005; Zhou et al., 2019). Esse mesmo efeito não foi observado de maneira tão proeminente na classe formada pelos acordes menores. Nesse sentido, parece plausível afirmar que estímulos de valência positiva (faces ou acordes) favorecem a formação de classes de equivalência e, por consequência, favorecem a transferência de função entre os estímulos dessa mesma classe, efeito esse que se mantém ao longo do tempo.

Um outro fator que poderia explicar a diferença na transferência de função entre os estímulos das classes 1 e 2 é o tipo de instrumento utilizado para avaliar esse fenômeno. Atualmente, a maioria dos estudos que avaliaram a transferência de função utilizaram como base o diferencial semântico proposto por Osgood et al. (1957). Martins et al. (2023), Bortoloti e de Rose (2009) e Silveira et al. (2016) são alguns dos exemplos de estudos que utilizaram esse instrumento nos seus procedimentos. Todavia, esse instrumento foi originalmente desenvolvido para a avaliação de estímulos visuais, modalidade de estímulo diferente daqueles utilizados no presente estudo e no estudo de Martins et al. (2023). Esses dois estudos têm como peculiaridade a avaliação de estímulos auditivos em seus procedimentos, mais especificamente, a avaliação de acordes e trechos

musicais. Assim, é possível que a diferença na modalidade de estímulo poderia ter afetado os resultados obtidos nos diferenciais semânticos desses dois estudos. Adicionalmente, vale destacar que os estímulos do conjunto A são particularmente importantes, pois é justamente a capacidade de evocação do conteúdo emocional que eles apresentam que deveria ser transferida para os demais membros da classe de equivalência.

Uma possível solução para o impasse anteriormente apresentado pode ocorrer a partir da utilização da versão do diferencial semântico proposto por Bartel (1992). Esse autor foi pioneiro no desenvolvimento de um diferencial semântico específico para avaliar estímulos musicais. A versão final do instrumento é composta por nove pares de antônimos (excitante/deprimente, apático-cheio de vida, tedioso-eletrizante, entusiasmado-abatido, feliz-triste, agradável-desagradável, emocionante-sem emoção, frio-quente e memorável-comum). Os resultados demonstraram que esse instrumento foi capaz de identificar o conteúdo emocional dos trechos musicais apresentados e que, para além disso, também foi sensível ao estilo musical de cada um dos trechos. Diante disso, pesquisas futuras poderiam se dedicar a validar esse instrumento para o contexto brasileiro, tal qual Almeida et al. (2014) fez com o diferencial semântico de Osgood et al. (1957). Além disso, pesquisas futuras poderiam comparar as avaliações de ambos os instrumentos em tarefas de equivalência de estímulos, com destaque especial para a avaliação de acordes musicais.

Por fim, as avaliações dos estímulos A1 e A2 feitas pelo grupo Controle indicam um caminho promissor para pesquisas futuras. De maneira geral, os resultados obtidos pelo diferencial semântico parecem sinalizar que outros pares de adjetivos podem ser usados em pesquisas sobre a relação acorde-emoção. Por meio dos resultados, os pares liso-áspero, leve-pesado, positivo-negativo e bom-mal mostraram-se igualmente efetivos na avaliação emocional dos acordes (esses pares foram avaliados com o mesmo score

que o par feliz-triste). Esses resultados são promissores e apontam para um caminho natural de expansão dos termos a serem utilizados em tarefas envolvendo a avaliação emocional de acordes. A utilização deles possibilitará a captação de nuances da avaliação emocional que até então vem sendo negligenciada pela literatura. Nos estudos recentes, há uma predominância da utilização dos termos feliz e triste para categorizar emocionalmente os acordes (Pallesen et al., 2005; Zhou et al., 2019). Esse mesmo aspecto já foi observado na literatura sobre a relação entre trechos musicais e emoções. Num estudo de revisão, Warrenburg (2020a) destacou que os termos feliz e triste são utilizados para descrever 42% dos mais de 8.000 estímulos utilizados em tarefas de classificação emocional de trechos. Em certo sentido, essa mesma predominância é observada nos estudos sobre acordes musicais, sendo o diferencial semântico uma possível saída para esse impasse.

### Referências

- Almeida, J. H., Bortoloti, R., dos Santos Ferreira, P. R., Schelini, P. W., & de Rose, J. C. C. (2014). Análise da validade e precisão de instrumento de diferencial semântico. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 27, 272-281.
- Bartel, L. R. (1992). The development of the cognitive-affective response test—Music. *Psychomusicology: A Journal of Research in Music Cognition*, 11, 15.
- Bortoloti, R., & de Rose, J. C. (2009). Assessment of the relatedness of equivalent stimuli through a semantic differential. *The Psychological Record*, 59, 563-590. <https://doi.org/10.1007/BF03395682>
- Bortoloti, R., & de Rose, J. C. (2011). An “orwellian” account of stimulus equivalence. Are some stimuli “more equivalent” than others? *European Journal of Behavior Analysis*, 12, 121-134. <https://doi.org/10.1080/15021149.2011.11434359>.



- Bortoloti, R., & de Rose, J.C. (2012). Equivalent stimuli are more strongly related after training with delayed matching than after simultaneous matching: A study using the implicit relational assessment procedure (IRAP). *The Psychological Record*, 62, 41-54. .
- Dalla Bella, S. D., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*, 80, B1-B10.
- Hevner, K. (1935). The affective character of the major and minor modes in music. *The American Journal of Psychology*, 47, 103-118.
- Juslin, P. N., & Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code?. *Psychological bulletin*, 129, 770.
- Kastner, M. P., & Crowder, R. G. (1990). Perception of the major/minor distinction: IV. emotional connotations in young children. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 8, 189-202.
- Martins, T. H., Rodrigues, R. M., Araújo, F. C., Cedro, Á. M., Bortoloti, R., Varella, A. A., & Huziwara, E. M. (2023). Transfer of functions based on equivalence class formation using musical stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*.
- Omigie, D., Dellacherie, D., Hasboun, D., Clément, S., Baulac, M., Adam, C., & Samson, S. (2015). Intracranial markers of emotional valence processing and judgments in music. *Cognitive neuroscience*, 6, 16-23.
- Osgood, C. E., Suci, G. I., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.

- Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2005). Emotion processing of major, minor, and dissonant chords: a functional magnetic resonance imaging study. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1060*, 450-453.
- Picanço, C. R. F. (2017). Stimulus control (0.0.4.13). Disponível em [https://github.com/cpicanco/stimulus\\_control](https://github.com/cpicanco/stimulus_control)
- Schmeling, P. (2011). *Berklee music theory: Books 1 & 2*. Los Angeles, CA: Berklee Press.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of behavior, 37*, 5-22.
- Zhou, L., Liu, F., Jiang, J., & Jiang, C. (2019). Impaired emotional processing of chords in congenital amusia: electrophysiological and behavioral evidence. *Brain and Cognition, 135*, 1-11.

## DISCUSSÃO GERAL

A presente tese teve como objetivo investigar os aspectos emocionais de acordes musicais em uma perspectiva analítico-comportamental. Para tal, foram elaborados três artigos, sendo eles um artigo de revisão e dois artigos experimentais. Especificamente sobre o artigo de revisão, um resultado se mostrou particularmente interessante. Apenas 11 artigos foram considerados elegíveis e conseguiram passar por todos os critérios de seleção. Esse número é relativamente pequeno e parece indicar, entre outros aspectos, que a relação entre acordes e emoções não é um assunto recorrente na literatura entre os anos de 2005 e 2023. Um fator que poderia explicar esse ponto é a predominância de estudos sobre a relação entre trechos musicais e emoção. No artigo de Warrenburg (2020), por exemplo, foi identificado que entre os anos de 1928 e 2018 aproximadamente 306 artigos foram publicados exclusivamente sobre a relação entre trechos musicais e emoções. Esse número é bastante superior aos 11 artigos encontrados sobre a relação acorde-emoção. Entretanto, cabe ressaltar que o recorte temporal da revisão de Warrenburg é consideravelmente maior. Ao todo, foram selecionados estudos de um intervalo de tempo de 90 anos, enquanto no presente estudo o intervalo foi de apenas 15 anos. Apesar dessa diferença, há uma semelhança fundamental entre as duas revisões. Assim como Warrenberg, os dados do artigo de revisão apresentados na presente tese também indicaram uma predominância dos adjetivos feliz-triste na avaliação emocional de estímulos musicais, mais especificamente, de acordes.

Esse padrão de resultados apresenta dois aspectos, um positivo e outro negativo. O aspecto positivo refere-se ao fato de que a utilização dos mesmos adjetivos por diferentes estudos possibilita uma maior comparação entre os resultados obtidos em diferentes pesquisas. Isso permite que a relação acorde-emoção seja demonstrada e

comparada com diferentes tipos de acordes (e.g., maior, menor, consonante, dissonante, entre outros). Em certo sentido, tal comparativo possibilita uma maior profundidade sobre a relação acorde-emoção. O ponto negativo, por sua vez, refere-se ao fato de que a experiência emocional de se ouvir um determinado acorde musical raramente se resume a avaliá-lo por meio de um único par de adjetivos antônimos. Nesse sentido, explorar novas possibilidades ampliaria ainda mais a compreensão da relação acorde-emoção. Uma possível solução para essa limitação foi apresentada no artigo 3 da presente tese. O diferencial semântico validado por Almeida et al (2014) mostrou-se uma ferramenta viável para a avaliação de acordes, ainda que originalmente não tenha sido designado para avaliar estímulos dessa modalidade. A vantagem da utilização desse instrumento nesse contexto foi expandir o número de pares de adjetivos utilizados para avaliar os acordes. Ao todo são 13 pares (já incluso o par feliz-triste). Os resultados do artigo 3 indicaram que os pares liso-áspero, leve-pesado e positivo-negativo, por exemplo, são possíveis candidatos no processo de avaliação emocional de acordes.

Um ponto importante que foi discutido por Warrenburg (2020a) e que também impactou a presente tese é a diferença entre emoções percebidas e emoções induzidas (do inglês, *perceived* e *induced*). De maneira geral, as emoções percebidas referem-se à capacidade de avaliar estímulos musicais em termos emocionais sem necessariamente ser afetado por eles. A habilidade de ouvir um determinado acorde e avaliá-lo por meio de adjetivos é um exemplo dessa capacidade. As emoções induzidas, por sua vez, referem-se a forma como a música afeta os organismos. Desta feita, as emoções induzidas estão intimamente relacionadas as alterações fisiológicas recorrentes do ato de ouvir estímulos musicais. Chorar, sentir arrepios, sorrir são alguns dos aspectos presentes nesse último tipo de emoção (Gabrielsson, 2001). Vale destacar, todavia, que essa divisão é apenas teóricas. É recorrente que ambos os tipos de emoções ocorram simultaneamente. A

presente tese teve como foco principal o estudo das emoções percebidas, mais especificamente, as emoções percebidas ao se ouvir acordes musicais maiores e menores. Entretanto, o campo de estudo das emoções induzidas relacionadas aos acordes encontra-se em expansão e já apresenta resultados interessantes (e.g., Koelsch et al., 2008; Steinbeis et al., 2006)

Os estudos sobre emoções induzidas baseiam-se no princípio de violação de expectativas. De maneira geral, a violação de expectativas está relacionada a apresentação de acordes, notas ou padrões rítmicos inesperados dentro de um trecho ou de uma progressão musical (e.g., Koelsch et al., 2008). Por exemplo, na música pop ocidental é comum que o acorde de Dó maior seja sucedido sequencialmente pelos acordes de Fá maior, Sol maior e de Dó maior novamente. Se o acorde de Fá maior fosse substituído pelo acorde de Si maior possivelmente ocorreria uma violação de expectativa, uma vez que esse acorde é inesperado e pouco usual nessa sequência de acordes. Frequentemente, violações como essa estão correlacionadas a alterações em medidas fisiológicas (e.g., batimentos cardíacos, condutância de pele) e de ativação cerebral (e.g., eletroencefalografia, PET).

Steinbeis et al. (2006) e Koelsch et al. (2008), por exemplo, avaliaram a violação de expectativas em trechos musicais após a apresentação de acordes inesperados. Os estímulos auditivos utilizados nesses experimentos foram corais de Bach e sonatas para piano, respectivamente. Em ambos os estudos, os estímulos foram apresentados nas condições original/inesperada (que terminavam com a apresentação de um acorde inesperado), esperada (que terminavam com a apresentação de um acorde esperado) e muito inesperada (que terminavam com a apresentação de um acorde muito inesperado). Complementarmente, os autores realizaram medições de condutância de pele (CP), de batimentos cardíacos (BC) e de eletroencefalografia (ERPs - Event-Related Potentials)

para verificar possíveis alterações fisiológicas e de ativação cerebral dos participantes ao longo da tarefa. A hipótese levantada por eles era a de que quanto mais inesperado fosse a apresentação do acorde final, maior seriam as medidas de CP, BC e ERPs. Os resultados das medidas de CP indicaram que houve diferenças estatisticamente significativas entre as condições inesperado/original e muito inesperado (Koelsch et al., 2008), entre as condições esperado e inesperado (Koelsch et al., 2008, Steinbeis et al., 2006) e entre as condições esperado e muito inesperado (Steinbeis et al., 2006). Os resultados das medidas de BC não indicaram diferenças estatisticamente significativas em ambos os estudos. Por fim, os resultados das medidas de ERPs indicaram diferenças nas condições inesperadas e muito inesperadas apenas no estudo conduzido por Steinbeis et al. (2006).

Outra forma de se estudar a violação de expectativas frequentemente encontrada na literatura sobre emoções induzidas é o paradigma de priming afetivo. Nas tarefas de priming, os participantes precisam avaliar a valência emocional de uma série de estímulos-alvo como sendo positivos (e.g., palavra escrita FELICIDADE) ou negativos (e.g., palavra escrita TRISTE). Cada um desses estímulos é precedido pela apresentação de um estímulo-prime que também pode ser positivo (e.g., face feliz) ou negativo (e.g., face triste). Dessa forma, os pares de estímulos podem ser congruentes (e.g., palavra escrita FELICIDADE + face feliz ou palavra escrita TRISTEZA + face triste) ou podem ser incongruentes entre si e violarem a expectativa do participante (e.g., palavra escrita FELICIDADE + face triste ou palavra escrita TRISTEZA + face feliz). O efeito priming que se busca identificar por meio dessas tentativas é comprovado caso a latência das respostas nas tentativas congruentes seja menor do que a latência nas tentativas incongruentes.

No estudo conduzido por Zhou et al. (2019), por exemplo, foi medido o tempo de resposta de participantes amúsicos e com desenvolvimento típico em tarefas de *priming*

afetivo. No Experimento 1, foram utilizados acordes maiores/menores (como estímulos-prime e faces felizes/tristes como estímulos-alvo. Os pares de estímulos congruentes foram formados por acordes maiores-faces felizes e por acordes menores-faces tristes. De maneira complementar, os pares de estímulos incongruentes foram formados por acordes maiores-faces tristes/acordes menores-faces felizes no Experimento 1. Os resultados obtidos indicaram que participantes do grupo controle apresentaram efeito *priming* apenas nas tentativas nas quais eram apresentados acordes maiores e que os participantes amúscicos não apresentaram efeito de *priming* em nenhum tipo de tentativa mencionado anteriormente. Em relação as medidas eletrofisiológicas, foi verificada a presença do padrão N400 (i.e., padrão de ativação cerebral recorrente quando a violação semântica entre os estímulos) apenas para os participantes do grupo controle.

Um aspecto promissor do estudo conduzido por Zhou et al. (2019) foi a combinação das emoções percebidas e induzidas no mesmo estudo. Os Experimentos 1 e 2 foram dedicados a avaliação das emoções induzidas e o Experimento 3 foi dedicado a avaliação das emoções percebidas. Há outros estudos com essa mesma característica, com destaque especial para Omigie et al. (2014), Pallesen et al. (2005), Steinbeis et al. (2006) e Suzuki et al. (2008). Esses estudos apontam para um campo promissor de pesquisas futuras. Investigar as emoções percebidas e induzidas num mesmo estudo permitirá cada vez mais uma visão detalhada da relação acorde-emoção. Os resultados do diferencial semântico aplicado no artigo 3 da presente tese poderão contribuir positivamente para o avanço desse campo de estudo.

Por fim, um último aspecto precisa ser mencionado. O artigo 2 da presente tese trouxe resultados surpreendentes, em especial sobre a dificuldade que alguns participantes têm em aprender relações condicionais entre acordes musicais e seus rótulos (palavras MAIOR e MENOR). O ponto contraditório é que a dica para o aprendizado

dessas relações é exatamente a mesma dica presente na relação entre os acordes e suas respectivas emoções, qual seja, a segunda nota constituinte de cada acorde. De maneira geral, tanto a relação acorde-rótulo quanto a relação acorde-emoção são do tipo auditivo-visual. Entretanto, há diferenças consideráveis no desempenho dos participantes no processo de aprendizado dessas relações. Os dados obtidos na Etapa 2 (Pré-teste emocional), por exemplo, indicaram que todos os 24 participantes obtiveram percentuais de acertos acima de 66% nas tentativas de discriminação emocional de acordes sem feedback. Entretanto, apenas 10 participantes conseguiram completar todas as etapas do treino acorde-rótulo, mesmo com a disponibilização de feedback sobre erros e acertos. Esse resultado indica uma evidente dificuldade no aprendizado dessa relação. Um padrão semelhante foi encontrado no estudo proposto por Rodrigues et al. (2017). Nesse estudo, estudantes universitários foram submetidos a procedimento para o ensino das relações entre os acordes da nota fundamental Dó e figuras representativas dos seus rótulos. Por exemplo, o acorde Dó maior deveria ser associado a figura X e o acorde de Dó menor deveria ser associado a figura Xm. De maneira geral, os resultados indicaram que o percentual médio de acertos ao longo dos blocos de treino foi próximo a 50%, um percentual relativamente baixo. O procedimento proposto por Cedro et al. (2019) também indicou uma dificuldade na aprendizagem da relação acorde-rótulo. Apenas cinco de 20 participantes conseguiram completar todos os blocos de treino. Em suma, os resultados sinalizam que há um campo promissor para protocolos de ensino da relação acorde-rótulo. O procedimento de *fading out* proposto no artigo 2 foi um passo importante no desenvolvimento dessas pesquisas.



## REFERÊNCIAS

- Almeida, J. H., Bortoloti, R., dos Santos Ferreira, P. R., Schelini, P. W., & de Rose, J. C. C. (2014). Análise da validade e precisão de instrumento de diferencial semântico. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 27, 272-281.
- Bakker, D. R., & Martin, F. H. (2015). Musical chords and emotion: Major and minor triads are processed for emotion. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 15, 15-31.
- Bortoloti, R., & de Rose, J. C. (2008). Transferência de significado de expressões faciais apresentadas brevemente para estímulos abstratos equivalentes a elas. *Acta Comportamentalia*, 16(2), 223-241.
- Bortoloti, R., & de Rose, J. C. (2009). Assessment of the relatedness of equivalent stimuli through a semantic differential. *The Psychological Record*, 59, 563-590.
- Bortoloti, R., & de Rose, J. C. (2011). Avaliação do efeito de dica semântica e da indução de significado entre estímulos abstratos equivalentes. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 24(2), 381-393
- Cedro, A. M., Borges, J., Diniz, M. L. N., Rodrigues, R. M., Rico, V. V., Leme, A. C., & Huziwara, E. M. (2019). Evaluating Concept Formation in Multiple Exemplar Training with Musical Chords. *The Psychological Record*, 69, 379-391.
- Cedro, Á. M., & Huziwara, E. M. (2023). Ensino de Classificação de Acordes Consonantes e Dissonantes por meio de um Treino de Múltiplos Exemplos. *Acta Comportamentalia*, 31, 145-166.

- Cunningham, J. G., & Sterling, R. S. (1988). Developmental change in the understanding of affective meaning in music. *Motivation and Emotion*, *12*, 399-413.  
<https://doi.org/10.1007/BF00992362>
- Dalla Bella, S., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*, *80*, B1-B10.  
[https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00136-0](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00136-0)
- de Azevedo, S. P., Perez, W. F., & Vichi, C. (2021). Transferência de Controle Contextual (Cfunc) de Múltiplas Funções Derivadas via Relações de Equivalência. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, *12*(1), 275-288.
- de Melo, I. O. B., Vilela, E. C., Machado, K. R., de Araújo Torres, M., Tiso, F. G., Cedro, Á. M., & Huziwara, E. M. (2018). Efeitos de tarefas de exclusão e fading no ensino de relações auditivo-visuais. *Acta Comportamentalia: Revista Latina de Análisis de Comportamiento*, *26*(3), 311-329.
- Gabrielsson, A. (2001). Emotion perceived and emotion felt: Same or different?. *Musicae scientiae*, *5*, 123-147.
- Grout, D. J., & Palisca, C. V. (2001). A history of western music (Vol. 393975274). New York: Norton.
- Hevner, K. (1935). The affective character of the major and minor modes in music. *The American Journal of Psychology*, *47*, 103-118.
- Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (2013). Music and emotion. Elsevier Academic Press.
- Kastner, M. P., & Crowder, R. G. (1990). Perception of the major/minor distinction: IV. emotional connotations in young children. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *8*, 189-202.

- Koelsch, S., Kilches, S., Steinbeis, N., & Schelinski, S. (2008). Effects of unexpected chords and of performer's expression on brain responses and electrodermal activity. *PLoS One*, 3, 1-10.
- Koellreutter, H. J. (1986). *Harmonia funcional*. São Paulo: Ricordi.
- Med, B. (1996). *Teoria da música* (Vol. 996). Brasília: Musimed.
- Mithen, S., Morley, I., Wray, A., Tallerman, M., & Gamble, C. (2006). *The Singing Neanderthals: the Origins of Music, Language, Mind and Body*, by Steven Mithen. London: Weidenfeld & Nicholson, 2005.
- Oelmann, H., & Laeng, B. (2009). The emotional meaning of harmonic intervals. *Cognitive Processing*, 10, 113-131.
- Omigie, D., Dellacherie, D., Hasboun, D., Clément, S., Baulac, M., Adam, C., & Samson, S. (2015). Intracranial markers of emotional valence processing and judgments in music. *Cognitive neuroscience*, 6, 16-23.
- Osgood, C. E., Suci, G. I., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2005). Emotion processing of major, minor, and dissonant chords: a functional magnetic resonance imaging study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 450-453.
- Peretz, I., Gagnon, L., & Bouchard, B. (1998). Music and emotion: perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition*, 68, 111-141.

- Rodrigues, R. M et al. (2017). A influência do timbre na aquisição de habilidades musicais rudimentares. *Revista Psicologia e Saúde*, , 77-93.
- Steinbeis, N., Koelsch, S., & Sloboda, J. A. (2006). The role of harmonic expectancy violations in musical emotions: evidence from subjective, physiological, and neural responses. *Journal of cognitive Neuroscience*, *18*, 1380-1393.
- Suzuki, M., Okamura, N., Kawachi, Y., Tashiro, M., Arao, H., Hoshishiba, T., & Yanai, K. (2008). Discrete cortical regions associated with the musical beauty of major and minor chords. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *8*, 126-131.
- Experimental Analysis of Behavior*, *10*, 3–15.
- Terrace, H. S. (1963a). Discrimination learning with and without “errors”. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*, 1–27.
- Terrace, H. S. (1963b). Errorless transfer of a discrimination across two continua. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*, 223–32
- Sidman, M., & Stoddard, L. T. (1967). The effectiveness of fading in programming a simultaneous form discrimination for retarded children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *10*, 3–15.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of behavior*, *37*, 5-22.
- Warrenburg, L. A. (2020a). Choosing the right tune: A review of music stimuli used in emotion research. *Music perception*, *37*, 240-258.
- Warrenburg, L. A. (2020b). Comparing musical and psychological emotion theories. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, *30*, 1.

Zhou, L., Liu, F., Jiang, J., & Jiang, C. (2019). Impaired emotional processing of chords in congenital amusia: electrophysiological and behavioral evidence. *Brain and Cognition, 135*, 1-11.